

Forord

Det er en lang og krevende prosess som nå nærmer seg slutten. Underveis lærer man mye om det faglige innholdet, men også mye på et personlig plan. Bak den endelige forskningsrapporten ligger utallige sene kvelder, oppturer og nedturer. Enkelte dager kjenner man en følelse av medgang og flyt, mens andre dager byr på frustrasjon og manglende konsentrasjon. Det viser seg at jevn innsats over tid gir resultater, og det føles godt å endelig kunne levere forskningsrapporten.

Det er mange som fortjener en takk i forbindelse med denne forskningsrapporten. Først vil jeg rette en stor takk til Nils Kristian Rossing som har veiledet meg gjennom prosessen. Jeg er svært takknemlig for våre gode diskusjoner, og at du har hatt tro på forskningsprosjektet. Dine gode, konstruktive og reflekterte tilbakemeldinger har hevet nivået på både gjennomføringen av studien, og den ferdige forskningsrapporten.

Videre ønsker jeg å takke nærmeste familie for at dere har vist interesse og vært positive til forskningsprosjektet hele veien. Deretter vil jeg takke informantene for at dere fant tid i en hektisk hverdag. Til sist vil jeg takke min kjære Hanne som har støttet meg gjennom hele prosessen. Gjennom oppturer og nedturer har du alltid hatt troen på meg, noe jeg har satt utrolig stor pris på. Jeg ser frem til å tilbringe mer tid med deg fremover.

Trondheim, mai 2015

Lars Grong Risan

Sammendrag

Denne forskningsrapporten beskriver en studie av elektrisitetsutstillingen på Vitensenteret i Trondheim. Bakgrunnen for studien er at utstillingen virker å være lite besøkt, modellene er gamle og ansatte på Vitensenteret ikke er fornøyd med hvordan elektrisitetslæren formidles til besøkende. Det planlegges å rive ned den nåværende elektrisitetsutstillingen, og bygge en ny som skal ferdigstilles våren 2016. Hensikten med studien er å undersøke hvordan besøkende opplever modellene i den nåværende elektrisitetsutstillingen, og hvordan disse kan bli mer populære blant besøkende. I tillegg fokuseres det på hva besøkende ønsker av utstillingen, og hvordan elektrisitetsutstillingen som helhet kan bli bedre. I studien er det tatt utgangspunkt i følgende problemstilling: ***Hvilke forbedringer kan gjøres med elektrisitetsutstillingen for å gi besøkende økt utbytte av et besøk?***

Studien har både en kvalitativ- og kvantitativ tilnærming, og triangulerer mellom metodene. Innsamling av datamateriale foregår gjennom observasjoner, spørreundersøkelser og intervjuer. Observasjonene legger grunnlaget for den kvantitative spørreundersøkelsen. Videre går de kvalitative intervjuene i dybden på hovedelementene fra spørreundersøkelsen.

Studien konkluderer med at elektrisitetsutstillingen bør endre på måten den formidler kunnskap. Modellene bør i større grad fokusere på å formidle kunnskap på en tilpasset måte slik at besøkende kan lære noe om elektrisitetslæren, uavhengig av forkunnskaper. Dette bør gjøres ved hjelp av nivådelte forklaringsark, hvor besøkende selv kan velge et nivå som er tilpasset deres kunnskapsnivå. For å tiltrekke seg flere besøkende, og gjøre utstillingen mer populær bør modellene ha innslag av nettbrett eller skjermer. Modellene i den nye elektrisitetsutstillingen bør ha en større tilknytning til dagliglivet, og samtidig virke mer moderne. For at besøkende skal få et større utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen kan modellene gjerne baseres på lek og moro, men besøkende mener samtidig at de bør virke lærerike. Videre bør elektrisitetsutstillingen legge til rette for modeller som stimulerer til utforskning i større grad enn i dag. Det bør være mulig å utforske modellene på ulike nivåer.

Abstract

This research report describes a study of the electricity exhibition at Vitensenteret in Trondheim. The main reason for the study is the small amount of visitors in the exhibition and due to the fact that the exhibition-models seem out-dated and worn. The staff at Vitensenteret is not satisfied with the way phenomena in electricity doctrine is communicated to the visitors. It is decided to rebuild the electricity exhibition, which will be completed in spring 2016. The purpose of the study is to investigate how visitors experience the models in the current electricity exhibition, and how they can become more popular. In addition, the study focus on what the visitors wants from the exhibition, and overall how the electricity exhibition can be improved. The research question for this study is articulated as follows:

What improvements can be made with the electricity exhibition to give the visitors increased dividend of a visit?

The study uses both qualitative and quantitative methods. The collection of data takes place by means of observations, surveys and interviews. The observation forms the basis for the quantitative survey. Results from the surveys are elaborated in the qualitative interviews.

The study concludes that the electricity exhibition should change the way it is conveying knowledge of phenomena by electricity doctrine. The models should focus more at impart knowledge in a customized manner so that visitors can learn something of electricity doctrine regardless of their prior knowledge. A possible solution is a sheet next to the model with explanations of different levels, where visitors can choose a sheet, which is appropriate to their level of knowledge. To attract more visitors, and to make the exhibition more popular among visitors, more models should contain tablets or screens. The models in the future electricity exhibition should also be more related to the visitors' daily life, and at the same time appear more modern. The result shows that models can be based on games, but visitors wants the models to appear as instructive as well. The electricity exhibition should facilitate models that encourage visitors to explore to a greater extent than today. It should be possible to discover the models at different levels.

Innhold

1 INNLEDNING	1
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV STUDIEN.....	2
1.2 PROBLEMSTILLING	2
1.3 OPPBYGGING AV FORSKNINGSRAPPORTEN	4
2 TEORI	5
2.1 LÆRING	5
2.1.1 Konstruktivisme	6
2.1.2 Multiple intelligenser.....	8
2.1.3 Multiple erfaringer i museet	8
2.1.4 Forståelse.....	10
2.2 LÆRING I MUSEER	11
2.2.1 Den personlige konteksten.....	13
2.2.2 Den sosiokulturelle konteksten	14
2.2.3 Den fysiske konteksten.....	15
2.2.4 The Selinda Model	15
2.3 INTERAKTIVE MODELLER	18
2.3.1 Utforming av interaktive modeller	18
2.3.2 To typer interaktive modeller	19
2.3.3 Attracting- and holding power.....	20
2.4 ELEKTRISITET.....	21
2.4.1 Sentrale begreper	21
2.4.2 Elevenes forestillinger om strømkretser.....	22
2.4.3 Elevenes forestillinger om elektromagnetiske fenomener	24
3 METODE	27
3.1 FORSKNINGSDESIGN.....	27
3.1.1 Metodetriangulering	27
3.1.2 Casedesign.....	28
3.1.3 Fleksibelt forskningsdesign	28
3.2 UTVALG.....	29
3.2.1 Strategisk utvalg.....	29
3.2.2 Representativt utvalg	30
3.2.3 Antallet	30
3.3 OBSERVASJON SOM METODE.....	30
3.4 SPØRREUNDERSØKELSE SOM METODE.....	32
3.4.1 Utforming av spørreskjema.....	32
3.4.2 Gjennomføring av spørreundersøkelsen	34
3.5 INTERVJU SOM METODE	35
3.5.1 Gjennomføringen av intervju.....	36
3.6 DATABEHANDLING OG ANALYSE	37
3.6.1 Behandling av data fra spørreskjema	37
3.6.2 Behandling av data fra intervju.....	37

3.7 VURDERING AV FORSKNINGENS KVALITET	38
3.7.1 Reliabilitet.....	38
3.7.2 Validitet.....	38
3.7.3 Generalisering.....	39
4 RESULTAT OG ANALYSE	41
4.1 USTRUKTURERT OBSERVASJON OG GRUPPEINTERVJU	41
4.2 STRUKTURERT OBSERVASJON.....	43
4.3 SPØRREUNDERSØKELSE	44
4.3.1 Utvalget med tanke på alder og kjønn	44
4.3.2 Attraktive elementer fra utstillingen	47
4.3.3 Utforskende elementer fra utstillingen.....	53
4.3.4 Avkrysnings skjema med elektriske kretser	56
4.4 INTERVJU	63
4.4.1 Førsteintrykk av utstillingen.....	64
4.4.2. Den attraktive utstillingen	64
4.4.3. Den utforskende utstillingen.....	66
4.4.4 Den lærerike utstillingen.....	68
4.4.5 Forslag til endringer i utstillingen.....	70
5 DRØFTING	73
5.1 LÆRING I MUSEER OG VITENSENTER	73
5.1.1 Hvilken læring skal vektlegges i elektrisitetsutstillingen?	74
5.1.2 The Selinda Model	75
5.2 EN UTFORSKENDE OG ATTRAKTIV UTSTILLING	76
5.3 INTERAKTIVE MODELLER I UTSTILLINGEN	78
5.3.1 Varierte utstillingsmodeller	78
5.3.2 Utforming av interaktive modeller	78
5.3.3 PD- og APE-modeller.....	79
5.4 ELEKTRISITETSLÆREN.....	80
5.4.1 Forståelse av elektrisitetslæren	80
5.4.2 Forståelse av strømkretser	81
5.4.3 Forståelse av elektromagnetiske fenomener.....	82
6 KONKLUSJON OG AVSLUTNING	85
7 LITTERATURLISTE.....	89

Figuroversikt

Figur 1: The Contextual Model of Learning	s. 12
Figur 2: The Selinda Model	s. 16
Figur 3: Oversikt over avkrysnings skjema med elektriske kretser	s. 56

Tabelloversikt

Tabell 1: Hvor mange besøker elektrisitetsutstillingen	s. 43
Tabell 2: Besøkendes ferdsel i elektrisitetsutstillingen	s. 43

Diagramoversikt

Diagram 1: Aldersgrupper	s. 46
Diagram 2: Aldersgrupper og kjønnsfordeling	s. 47
Diagram 3: Modeller som utmerket seg på en positiv måte	s. 48
Diagram 4: Hvilken modell utmerket seg aller mest	s. 49
Diagram 5: Hvilken modell utmerket seg aller mest og kjønnsfordeling	s. 50
Diagram 6: Hvilken modell utmerket seg aller mest og aldersgrupper	s. 51
Diagram 7: Hvilke egenskaper ved modellene gjør at besøkende oppsøker de	s. 52
Diagram 8: Hvilken modell ble utforsket grundigst	s. 53
Diagram 9: Hvilken modell ble utforsket grundigst og kjønnsfordeling	s. 54
Diagram 10: Hvordan kan noen modeller utforskes så grundig	s. 55
Diagram 11: Antall riktige svar på avkrysningsskjema	s. 57
Diagram 12: Antall riktige svar på avkrysningsskjema og kjønnsfordeling	s. 58
Diagram 13: Antall riktige svar på avkrysningsskjema og aldersgrupper	s. 59
Diagram 14: Oversikt over svarene på de ulike koblingene i avkrysningsskjema	s. 60
Diagram 15: Modeller besøkende mener er <i>lærerike</i> og/eller <i>gir mer forståelse</i>	s. 61
Diagram 16: Antall riktige svar på avkrysningsskjema og hvilke egenskaper ved modellene gjør at besøkende oppsøker de	s. 62
Diagram 17: Antall riktige svar på avkrysningsskjema og hvilken modell som ble utforsket grundigst	s. 63

Vedleggsliste

Vedlegg 1: Spørreskjema	s. 93
Vedlegg 2: Intervjuguide	s. 95
Vedlegg 3: Kort beskrivelse av utstillingsmodellene	s. 97

Vedleggoversikt på CD

Vedlegg 4: SPSS-fil
Vedlegg 5: Informasjonsskriv til informantene
Vedlegg 6: Transkripsjoner fra intervju med Brage
Vedlegg 7: Transkripsjoner fra intervju med Christian
Vedlegg 8: Transkripsjoner fra intervju med Zara
Vedlegg 9: Transkripsjoner fra intervju med Silje
Vedlegg 10: Notater fra observasjon og korte intervju
Vedlegg 11: Bilder av utstillingsmodellene
Vedlegg 12: Kategorisering av intervju

1 Innledning

Vitensenteret i Trondheim er et regionalt populærvitenskapelig opplevelsessenter. I løpet av et kalenderår besøkes senteret av om lag 75 000 personer. Vitensenteret deler utstillingen inn i ulike hovedtemaer, og tilbyr et bredt spekter av naturvitenskapelige og interaktive utstillingsmodeller. Et av hovedtemaene er elektrisitet.

Temaet elektrisitet kommer inn i undervisning allerede på mellomtrinnet, men mange har likevel et abstrakt forholdt til elektrisitetslæren. Læreplanen i naturfag sier at etter 7.trinn skal elevene kunne ”gjøre ulike forsøk med magnetisme og elektrisitet og forklare og presentere resultatet” (Utdanningsdirektoratet, 2006).

Vitensenterets strategiske plan og handlingsplan sier at: ”Modellene skal supplere skolens og lærernes behov, gjeldende læreplaner og – bøker” (Vitensenteret, 2011). Dette betyr at modellene på Vitensenteret kan brukes i undervisningssammenheng dersom skolene ønsker å supplere den ordinære undervisningen.

Vitensenterets hovedmålgrupper er barn, ungdom og lærere i grunn- og videregående skole, samt barnefamilier og øvrig allmennhet (Vitensenteret, 2011). I tillegg til at senteret har åpent hver dag gjennom hele uka, har de også et tilbud i skoleferiene. Senteret brukes med andre ord av personer med ulike agendaer. For at utstillingen skal favne om et bredest mulig publikum, må den både formidle kunnskap, underholde og skape engasjement. Noe av hensikten med utstillingene er å skape interesse for naturvitenskap, teknologi og håndverk, og Vitensenteret må derfor ta høyde for mange faktorer i utformingen av nye utstillinger.

Vitensenterets visjon er ”teknologi og naturvitenskap for alle” (Vitensenteret, 2011). Dette skal komme til syne i utstillingene på senteret. En utstilling for *alle* bør være allsidig, og tilrettelagt slik at flere aldersgrupper kan arbeide med modellen. Med en slik visjon kan man stille spørsmålstegn til hvordan utstillingen skal formidle kunnskap til og for *alle*. Besøkende på Vitensenteret har ulik kunnskap og erfaring med elektrisitetslæren, og har forskjellige måter å arbeide med en modell på. Hvordan Vitensenterets visjon kommer til syne i utstillingene er uklart.

1.1 Bakgrunn for valg av studien

I forbindelse med egen skolegang har jeg besøkt Vitensenteret flere ganger i undervisningssammenheng. Tidlig på 2000-tallet besøkte klassen min elektrisitetsutstillingen, og vi lot oss fascinere av spennende og ukjente modeller.

Tretten år senere var jeg tilbake på Vitensenteret i forbindelse med elektrisitetsutstillingen som et mulig kasus til forskningsprosjektet. Det slo meg at mange av utstillingsmodellene var de samme jeg hadde latt meg fascinere av sist gang jeg var på Vitensenteret. For tretten år siden.

I Vitensenterets strategiske plan og handlingsplan står det at: ”Vitensenteret skal belyse teknologiens og naturvitenskapens betydning for samfunnsutviklingen, inspirere de besøkende til å stille nye spørsmål og lære mer” (Vitensenteret, 2011). Noen av modellene i elektrisitetsutstillingen har stått der i nesten femten år. Når elektrisitetsutstillingen selv ikke følger samfunnsutviklingen, må det stilles spørsmålstegn til hvordan den skal fungere som supplement til ”skolens og lærerens behov, gjeldende læreplaner og lærebøker” (Vitensenteret, 2011).

1.2 Problemstilling

Både veileder og andre ansatte på Vitensenteret kunne fortelle at de ikke var tilfredse med den nåværende elektrisitetsutstillingen. Det planlegges å rive ned utstillingen, og bygge opp en som skal stå ferdig våren 2016. Derfor vil jeg se nærmere på hvordan utstillingen bør utformes slik at enda flere besøker den, og hvordan de kan få større utbytte av et besøk. Prosjektet blir derfor en studie av en utstilling som skal rives ned, med formål om å kartlegge hvilke elementer som bør videreføres til den nye elektrisitetsutstillingen. Besøkendes synspunkter på den nåværende elektrisitetsutstillingen kan gi viktige innspill til en ny utstilling. Videre i studien arbeides det ut i fra følgende problemstilling:

Hvilke forbedringer kan gjøres med elektrisitetsutstillingen for å gi besøkende økt utbytte av et besøk?

For å kunne besvare problemstillingen er det formulert tre forskningsspørsmål:

1. Hvilke egenskaper ved en modell gjør den i stand til å formidle kunnskap?

I elektrisitetsutstillingen legges det vekt på at modellene skal formidle noe kunnskap om gitte fenomener innen elektrisitetslæren. Dersom modellen ikke formidler kunnskap på en tilstrekkelig og forståelig måte vil ikke modellens hensikt være oppfylt. Forskningsspørsmålet vil søke å finne svar på både hvorfor og hvor i utstillingen besøkende lærer eller forstår fenomener knyttet til elektrisitetslæren. Videre synliggjøres hvordan utstillingen tilrettelegger for at besøkende lærer og forstår på mange ulike måter. Helt sentralt for dette forskningsspørsmålet er hvordan modellen kan gi størst mulig grad av læringsutbytte og forståelse for fenomener innen elektrisitetslæren.

2. Hva gjør en modell tiltrekkende?

For at modellene skal kunne formidle kunnskap og forståelse for elektrisitetslæren er det avgjørende at modellen først tiltrekker seg besøkende. I denne forskningsrapporten brukes begrepene *attraktiv* og *tiltrekkende* om hverandre. Begrepene knyttes til hvordan modellen fanger besøkendes oppmerksomhet. Mer attraktive og tiltrekkende modeller oppsøkes oftere enn andre modeller. Her ser man på hvilke modeller som besøkes oftere enn andre, og hvorfor besøkende opplever enkelte modeller i elektrisitetsutstillingen som tiltrekkende. Hvilke egenskaper ved en modell som gjør den attraktiv eller tiltrekkende er sentralt for dette forskningsspørsmålet.

3. Hvilke egenskaper ved en modell gjør at den stimulerer til utforskning?

For at en modell skal formidle kunnskap om elektrisitetslæren er man også avhengig av at besøkende utforsker modellen. I begrepet utforskning ligger det å kunne prøve og feile ved en modell uten at man mister motivasjonen, og at man kan undre, gruble og stille spørsmål til modellen. Her tar man for seg hvorfor besøkende blir værende ved modellen, og hvordan enkelte modeller utforskes i større grad enn andre. Videre ser man på hvilke modeller fra den nåværende utstillingen som lar seg utforske i større grad. Helt sentralt i dette forskningsspørsmålet er hvorfor besøkende velger å fortsette å gruble på og undre seg over fenomenet også etter at de forlater modellen.

1.3 Oppbygging av forskningsrapporten

I kapittel 2 legges det teoretiske grunnlaget for forskningsprosjektet. Her vil det fokuseres på læring, interaktive modeller og elektrisitet. Kapittel 3 legger det metodiske grunnlaget, mens resultatene presenteres og analyseres i kapittel 4. I kapittel 5 drøftes resultatene med tanke på å besvare forskningsspørsmålene og problemstillingen i kapittel 6.

Forskningsdesignet i denne studien er en metodetriangulering mellom den kvalitative- og kvantitative metoden. Kvalitative undersøkelser brukes som oppfølging av de kvantitative for å kunne gå dypere inn i datamaterialet. Det gjøres kvantitative observasjoner for å få oversikt over feltet, og danne et utgangspunkt for spørreundersøkelsen. Den kvantitative spørreundersøkelsen viser tendenser til hvordan elektrisitetsutstillingen oppleves og tas i bruk av besøkende. De kvalitative intervjuene nyanserer og utdyper de kvantitative dataene fra spørreundersøkelsen. Det argumenteres for å bruke metodetriangulering ved at det gir en mer oversiktlig studie av elektrisitetsutstillingen. Larsen (2012) mener at enhver metode har svakheter, og gjennom metodetriangulering kan svakheter ved den ene oppveies av styrken av den andre (Larsen, 2012).

2 Teori

2.1 Læring

Tradisjonelt har læring i museer og vitensenter basert seg på fakta- og begrepslæring. Hva man lærer etter et vitensenterbesøk kan være så mangt, og vi har behov for et utvidet syn på læringsbegrepet. Henriksen og Frøyland (1998) skiller mellom tre hovedtyper av læring når de snakker om læring i museer. Her brukes begrepene *kognitiv læring* (fakta, begreper og prinsipper), *affektiv læring* (følelser, holdninger og motivasjon) og *psikomotorisk læring* (ferdigheter som å fysisk sette sammen en seriekobling) (Henriksen & Frøyland, 1998). Læring i museer og vitensenter får derfor en utvidet betydning i denne sammenhengen. Læring forekommer ikke bare ved utvidet fakta- og begrepskunnskap, men også ved endring av holdninger og fysiske ferdigheter.

I vedtakene for Vitensenteret i Trondheim står det at:

- Vitensenteret er organisert som en stiftelse med formål å formidle naturvitenskap og teknologi på en instruktiv, engasjerende og lett forståelig måte til et bredt publikum (Vitensenteret, 2000).

Begrepet *instruktiv* kan oversettes til lærerik eller opplysende. Med andre ord skal naturvitenskap formidles på en lærerik, engasjerende og lett forståelig måte.

I målsetningene til Vitensenteret kommer ikke begrepet *læring* direkte frem. Her står det derimot at:

- Vitensenteret skal formidle sentral kunnskap om naturvitenskap og teknologi på en interaktiv, engasjerende måte til et bredt publikum.
- Vitensenteret skal motivere barn og unge til å velge naturvitenskapelig og teknisk utdanning, fag og yrker og inspirere til innovasjon og gründervirksomhet (Vitensenteret, 2011).

Ut i fra disse målsetningene legges det først og fremst vekt på det Henriksen og Frøyland (1998) beskriver som affektiv læring. Vitensenteret legger dermed vekt på endringer av motivasjon, holdninger og følelser. I følge vedtektene skal det også være fokus på å være lærerik og opplysende i formidling av naturvitenskap. Med dette som bakgrunn er det fokus

både på affektiv (motivasjon, holdninger og følelser) og kognitiv læring (fakta og prinsipper) på Vitensenteret.

Gjennom teorikapitlet vil begrepet *modell* ha ulike betydninger. I det videre følger en kort beskrivelse av hvilken betydning jeg legger i de ulike begrepene:

- 1) *Utstillingsmodell/interaktiv modell*; en fysisk artefakt som står i utstillingen på Vitensenteret. *Interaktiv modell*, *utstillingsmodell* og *modell* vil brukes om hverandre, og ha samme betydning.
- 2) *Analogimodell*; en sammenlikning med noe kjent for å beskrive noe ukjent. Eksempelvis at elektroner i en ledning kan sammenliknes med erter som ligger tett-i-tett i et rør...
- 3) *Matematisk modell*; en formel eller likning som knytter sammen to eller flere størrelser.
- 4) *Teoretisk modell*; et forenklet bilde av virkeligheten. For å tydeliggjøre poenget fokuseres det på trekk som er vesentlige for det som skal forklares, og de utelukker andre uvesentlige aspekter.

2.1.1 Konstruktivisme

Konstruktivismen har som utgangspunkt at all viten er skapt eller konstruert av mennesker (Imsen, 2014). Man lærer ikke ved å få overført kunnskap fra andre, men læring er en aktiv prosess hvor individet selv konstruerer kunnskap. Likevel vil individets biologiske utvikling sette grenser for hvilken kunnskap som kan konstrueres. Det er ikke all kunnskap individet er mottakelig for. Noen grunnleggende kunnskaper må være på plass før man er klar for å konstruere ny kunnskap. Den konstruktivistiske teorien begrunner dette med at vi hele tiden knytter kunnskap til de konkrete sammenhengene vi kjenner til fra før (Sjøberg, 2009). Det konstruktivistiske læringssynet kan deles inn i to dominerende retninger. Den ene retningen handler om samspillet mellom individet og de sosiale omgivelsene. Denne retningen er mer kjent som den sosiokulturelle læringsteorien, og knyttes til russeren Lev Vygotsky. Innen den kognitive konstruktivismen er Jean Piagets teorier sentrale. Denne retningen handler om individets ønske om å oppnå en likevekt i kunnskap gjennom assimilasjon og akkomodasjon (Imsen, 2014).

Piagets teorier omhandler individets intellektuelle utvikling. Hva som foregår på individets mentale plan under læring er sentralt (Imsen, 2014). Kunnskap omfatter endringer i de mentale eller kognitive strukturene Piaget kalte skjemaer. Skjemaene endres i takt med individets vekselvirkninger med omgivelsene gjennom adaptasjonsprosessen som består av assimilasjon og akkomodasjon (Imsen, 2014). Ved assimilasjon brukes eksisterende skjemaer til å forklare ukjent kunnskap og fenomener. Nye situasjoner og opplevelser reduseres til noe kjent, og man forklarer det nye med det man kan fra før. Nye inntrykk tilpasses de allerede tillagte skjemaene. Når nye inntrykk *ikke* kan tilpasses eksisterende kunnskap, må skjemaene endres og utvides (Sjøberg, 2009; Imsen, 2014). Denne prosessen kalles akkomodasjon. Piaget mener at det er gjennom disse endringene av skjemaene at læring oppstår. Piaget mener videre at læring oppstår gjennom samspillet mellom individet og omgivelsene. Drivkraften i adaptasjonsprosessen er likevektprinsippet og barnets indre motivasjon til å finne en løsning på et problem. Dette er en selvregulerende prosess som oppstår når barn står ovenfor noe de ikke får til å stemme (Imsen, 2014).

Praktisk arbeid knyttes ofte til Piagets teorier. Kind (2003) nevner ulike målsetninger med praktisk arbeid i naturfagundervisningen. Å få erfaring med naturfenomener og lære de teoretiske begrepene er en av disse. Gjennom et besøk på elektrisitetsutstillingen kan elevene få erfaring gjennom å prøve utstillingsmodellene og lære seg nye begreper underveis. Dette samsvarer med John Deweys teorier som har fokus på individets aktive medvirkning i læringsprosessen. Erfaring oppnås gjennom å *gjøre* noe, og se hva handlingen fører til (Imsen, 2014). Å kunne se sammenhengen mellom handlingen og resultatet, fører til læring. Slik blir læring noe man selv bidrar til gjennom aktivitet.

En del av Deweys tankegang kan vi se i utformingen av utstillinger og modeller på Vitensenteret i Trondheim. Deweys noe feilsiterte utsagn ”learning by doing” (Imsen, 2014) har vært utsatt for kritikk, da det kan tolkes dithen at elevene plutselig oppdager teorier ut fra observasjoner av naturvitenskapelige fenomener (Kind, 2003).

Mens Piaget fokuserte på handlinger som kilde til kunnskap, var Vygotsky opptatt av språket, det sosiale og det materielle (Sjøberg, 2009). Vygotskys teorier vektlegger den sosiale sammenhengen hvor språk og kultur spiller en viktig rolle. Det som kjennetegner menneskelig utvikling er samspillet mellom modning og forhold i omgivelsene, i retning av å benytte språket som redskap til å mestre dette samspillet. Omgivelsene kan være flere, og innebærer blant annet tekst, bilder, ting eller andre personer.

Språket deles i to funksjoner: et sosialt språk for å kommunisere med, og en indre tale som grunnlag for tanken (Imsen, 2014). I følge Vygotsky fungerer språket som byggesteiner for tenkingen. Etter hvert begynner barnet å snakke med seg selv, og denne indre talen er første steg mot det å kunne tenke (Imsen, 2014).

2.1.2 Multiple intelligenser

Howard Gardner er professor innen både nevrovitenskap og kognitiv vitenskap. Med denne bakgrunnen og ved hjelp av forskning har han lagt grunnlaget for teorien om multiple intelligenser. Teorien tar for seg menneskets ulike intellektuelle styrker, og hvordan disse er avgjørende for hvordan vi lærer og uttrykker ting vi har forstått. I korte drag beskriver teorien menneskets ulike evner og ferdigheter, som kalles intelligenser.

Gardner beskriver intelligens som et potensial til å kunne behandle informasjon som kan aktiveres i et kulturelt miljø for å løse problemer eller skape produkter som er verdifulle for kulturen (Gardner, 2006). Dersom en evne skal kunne kalles en intelligens må den være universell og finnes i alle mennesker. Det vil si at den må ha en biologisk forankring.

Unntaket er personer med hjerneskader som er hemmende for intelligensen (Gardner, 2006).

Gardner mener at alle mennesker har åtte intelligenser, men ikke i like stor grad (Sjøberg, 2009). Disse åtte intelligensene er *språklig intelligens*, *logisk-matematisk intelligens*, *musikalsk intelligens*, *spatial (evne til å se romslige relasjoner) intelligens*, *kroppslig kinetisk intelligens*, *naturalistisk intelligens*, *interpersonlig (sosial) intelligens* og *intrapersonlig (selvinnsikt) intelligens* (Gardner, 2006).

Merethe Frøyland (2010) bruker disse åtte intelligensene når hun skriver om læring i museer. Hennes teoretiske rammeverk for museumsformidling skal hjelpe museumsformidlere til å gi publikum multiple erfaringer (Frøyland, 2010). Ved å knytte disse intelligensene til modellene på elektrisitetsutstillingen, kan Vitensenteret gi publikum multiple erfaringer innen elektrisitetslæren. I det påfølgende delkapitlet vises det hvordan modellene stimulerer til de ulike intelligensene.

2.1.3 Multiple erfaringer i museet

Språklig intelligens

For å stimulere den språklige intelligensen nevner Frøyland (2010) blant annet museumsteksten som et viktig virkemiddel. Nesten alle modellene på elektrisitetsutstillingen har et forklaringsark som beskriver modellens hensikt og teoretiske grunnlag. Teksten bør

invitere til samtale og bruke spørsmål. Mengde tekst på arket, innhold og eventuelle bilder av fenomenet har mye å si for om publikum leser den (Frøyland, 2010).

Logisk-matematisk intelligens

Den logisk-matematiske intelligensen kan stimuleres gjennom modeller som inviterer publikum til å forutsi eller utlede hypoteser som kan testes ut. I tillegg vil informasjon om antall og størrelser som fremstilles gjennom grafer, tabeller og diagrammer legge til rette for logisk-matematisk intelligens (Frøyland, 2010).

Musikalsk intelligens

Den musikalske intelligensen stimuleres gjennom lyd og musikk. Det foreligger lite informasjon om hvordan dette påvirker publikum. Likevel viser Frøyland (2010) til undersøkelser som tyder på at lyd tiltrekker publikums oppmerksomhet. Lyd og musikk kan stimulere den musikalske intelligensen gjennom et kognitivt og affektivt utbytte (Frøyland, 2010). I en utstilling om elektrisitet kan dette eksempelvis være lyden av lynnedslag, eller en radio som drives av en generator.

Spatial intelligens

Denne intelligensen uttrykkes gjennom en romlig, visuell tilnæringsmåte. Modellene på Vitensenteret er i seg selv visuelle, og bidrar dermed til å gi visuelle erfaringer. Frøyland (2010) påpeker viktigheten av det å synliggjøre modellene gjennom lys, farger og design. I tillegg nevnes bruken av film og video som virkemiddel for å legge til rette for en spatial intelligens.

Kroppslig kinetisk intelligens

Mennesket innhenter sine første erfaringer gjennom bruk av sansene og kroppen. Disse erfaringen bygger vi vår videre kunnskap på (Frøyland, 2010). Utstillingen på Vitensenteret legger til rette for at publikum skal aktivt bruke kroppen i arbeidet med modellene. Publikum kan fysisk ta på og bruke modellene til noe. Slike modeller kalles interaktive modeller.

Naturalistisk intelligens

Den naturalistiske intelligensen innebærer menneskets evne til å klassifisere og gjenkjenne objekter fra naturen. Denne intelligensen kan stimuleres ved hjelp av modeller som utfordrer

publikum til å klassifisere, sortere og gjenkjenne likheter og forskjeller fra ulike objekter fra naturen (Frøyland, 2010).

Interpersonlig intelligens

Et vitensenterbesøk kan stimulere publikums sosiale læring ved at de kommer som sosiale grupper. Modeller som åpner for samarbeid ved at flere jobber med modellen på samme tid kan stimulere denne intelligensen. I tillegg kan guider og museumsansatte stille spørsmål til publikum som fører til diskusjoner (Frøyland, 2010).

Intrapersonlig intelligens

Noen liker best å studere modellene på egenhånd. Tiltak for å stimulere denne intelligensen kan være modeller med tema som åpner for at publikum skal tenke og arbeide selv (Frøyland, 2010). Modeller hvor publikum ser en konsekvens av sine handlinger kan være en måte å stimulere intrapersonlig intelligens.

2.1.4 Forståelse

Frøyland (2010) mener at å forstå dreier seg om noe man mestrer, noe man kan lære bort til andre, og noe man kan ta i bruk (Frøyland, 2010). I Wiske (1998) drøfter Gardner og Mansilla kvalitetene ved dyp forståelse, og koker det ned til fire dimensjoner; kunnskap, metode, hensikt og form. De fire dimensjonene redegjøres for i neste avsnitt, men først ser man på ulike nivåer av forståelse.

Å forstå noe er å kunne ta kunnskapen i bruk i situasjoner der det er relevant, gjerne i nye og ukjente situasjoner (Wiske, 1998). Denne typen forståelse kalles en mesters forståelse av kunnskap, og inneholder en dyp forståelse av kunnskapen. Denne typen forståelse er ikke noe man alltid har hatt. Gjennom første presentasjon av kunnskapsområdet har man en ureflektert, *naiv forståelse*. Dette bærer preg av minimale, tidligere erfaringer med kunnskapsområdet. Etter som erfaringene blir flere, får man en *nybegynners forståelse*. Gjennom ytterligere erfaring og veiledning når forståelsen et lærlignivå. Når man kan benytte forståelsen i ukjente situasjoner der det er relevant, er den blitt en del av deg. Da først har man oppnådd en *mesters forståelse*. Forståelsen i seg selv utvikles over tid, og med veiledning og hensiktsmessige aktiviteter kan den nå langt. Alle har ulike grader av forståelse, og det er dermed ikke sagt at man enten har forstått, eller ikke har forstått (Frøyland, 2010).

I følge Gardner og Mansilla innebærer kvalitetene ved dyp forståelse fire dimensjoner:

1. Kunnskap

Det å forstå et kunnskapsområde. Dette innebærer at den naturlige troen eller hverdagsforestillingene er erstattet, og at man er i stand til å bruke begreper og eksempler fleksibelt.

2. Metode

Det å kunne forstå hvilke metoder som brukes for å komme frem til kunnskap. Her legges det vekt på at kunnskap utvikles over tid, og er avhengig av undersøkelser og debatter blant forskere innenfor de ulike vitenskapelige miljøene.

3. Hensikt

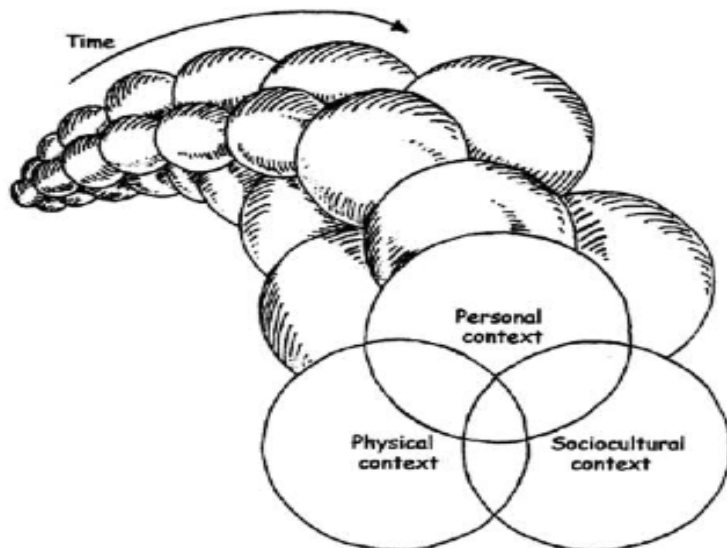
Denne dimensjonen handler om å forstå meningen med kunnskapen og hva den har med deg å gjøre. Her fremheves poenget med at kunnskap kan brukes som verktøy til å forklare, tolke og operere i verden. Evne til å bruke kunnskapen på flere måter og reflektere rundt konsekvensene av den er betydningsfull i denne sammenhengen.

4. Form

En forståelse av hvordan kunnskap skal distribueres og formidles til andre. Dette innebærer hvordan forståelsen presenteres og kommuniseres, hvordan man benytter symbolsystemer på en kreativ og effektiv måte, og hvordan man vurderer sitt publikum fortløpende (Frøyland, 2010).

2.2 Læring i museer

Falk og Dierking (2000) sier at museumsbesøkende lærer noe under et museumsbesøk. Det er mange faktorer som påvirker denne læringen. Hvorfor besøkende kommer til museer, hva de gjør der og hvordan de gjør opp meninger fra erfaringene de opplever krever et mangfoldig svar. Falk og Dierking (2000) mener at læring i museer skjer i samspillet mellom individet, den fysiske og den sosiale verden vi lever i. Dette legger grunnlaget for deres teoretiske modell; *The Contextual Model of Learning*. Den beskriver læring i museer gjennom tre overlappende kontekster; en personlig-, en sosiokulturell- og en fysisk kontekst. Læring foregår mellom disse tre kontekstene. I tillegg vil en fjerde faktor være gjeldende, nemlig tidsdimensjonen. Læring skjer over tid, og kunnskapen er i stadig endring (Falk & Dierking, 2000).



Figur 1: The Contextual Model of Learning (Hentet fra Falk & Dierking, 2000, p. 12).

Falk og Dierking (2000) påpeker at det er hundrevis av faktorer som direkte eller indirekte påvirker læring i museer. De nevner åtte nøkkelfaktorer som er fundamentale for læring i museer. Faktorene plasseres i de tre kontekstene som vist under. Dersom en av faktorene uteblir vil kvaliteten av læringsutbyttet påvirkes (Falk & Dierking, 2000). Disse faktorene beskrives nærmere:

The Contextual Model of Learning

Personlig kontekst

1. Motivasjon og forventninger
2. Forkunnskap, interesser og oppfatninger
3. Valgfrihet og kontroll

Sosiokulturell kontekst

4. Interaksjoner innen den sosiokulturelle gruppen
5. Tilrettelagt formidling av andre

Fysisk kontekst

6. Organisering og orientering
7. Design
8. Forsterkende hendelser og opplevelser utenfor museet

(Hentet og oversatt fra Falk & Dierking, 2000, p. 137)

2.2.1 Den personlige konteksten

Motivasjon og forventninger

I forbindelse med et museum- og vitensenterbesøk vil den personlige konteksten variere fra person til person. Hvert individ har ulik bakgrunn i forhold til tidligere erfaringer, interesser og kunnskaper. Det er flere årsaker til hvorfor folk besøker vitensentre og museum, og hvorvidt den enkelte er motivert for besøket vil variere. Motivasjon kan deles i to typer, indre- og ytre motivasjon. Indre motivasjon kjennetegnes ved at aktiviteten holdes i gang på grunn av interesse for handlingen i seg selv. Aktiviteten i seg selv er belønning for en person med indre motivasjon (Imsen, 2014). Når man motiveres av ytre faktorer er det belønningen som en følge av aktiviteten som er målet (Imsen, 2014). Eksempelvis vil et barn som blir lovt godteri dersom han spiser opp middagen sin, styres av ytre motivasjon. Et besøk i privat regi på Vitensenteret kan være et eksempel på en aktivitet som styres av indre motivasjon, hvor besøket og aktivitetene i seg selv er belønning (Frøyland, 2010). Det viser seg at de som drives av en indre motivasjon for å lære, lærer mer enn de som drives av en ytre motivasjon. Som læringsarena lykkes museer best når de tiltrekker seg og styrker individer med indre motivasjon (Falk & Dierking, 2000).

I den personlige konteksten spiller de besøkenes forventninger til museumsopplevelsen også en viktig rolle. Ved de fleste anledninger er det samsvar mellom besøkenes forventninger til museet og den faktiske opplevelsen. Når disse forventningene samsvarer legges det i følge Falk og Dierking (2000) til rette for at læring kan skje. De gangene forventningene ikke oppfylles, vil læringsutbyttet til besøkenes påvirkes i negativ retning (Falk & Dierking, 2000).

Forkunnskap, interesser og oppfatninger

Besøkenes forkunnskaper, interesser og oppfatninger spiller en rolle for læringen i museet. På grunn av stor variasjon i de besøkenes forkunnskaper, interesser og oppfatninger, vil læringen som foregår være personlig og individuell (Falk & Dierking, 2000). Disse tre faktorene er noe av årsakene til at folk velger om de skal besøke museet eller ikke, hvilken type museum de vil oppleve, hvilket tema de skal utforske og hvilke modeller de ønsker å legge vekt på underveis. Falk og Dierking (2000) mener at forkunnskaper, interesser og oppfatninger er avgjørende for læringen i museumsopplevelsen (Falk & Dierking, 2000).

Valgfrihet og kontroll

Det foregår læring i museer når besøkende er bevisst i forhold til hva og når de lærer, samtidig som de styrer sin egen læring (Falk & Dierking, 2000). Vitensenteret er en arena som åpner for at besøkende selv kan velge hvilke modeller de ønsker å utforske. Besøkende som opplever valgfrihet og kontroll underveis i museumsbesøket kan i større grad utforske utstillingene med en indre motivasjon. Når besøkende oppsøker en modell er det en avgjørelse de har tatt selv (Falk & Dierking, 2000). Når museet forsøker å etterligne andre utdanningsinstitusjoner og påtvinger besøkende til å lære noe spesifikt, undergraver de sin egen suksess og verdi som læringsarena (Falk & Dierking, 2000).

Under et besøk på et vitensenter kan besøkende miste fokus underveis fordi det er for mange valgmuligheter. Bamberger og Tal (2007) skriver om undersøkelser på elever i skolesituasjoner som har gjennomført undervisningsopplegg i museet med ulik grad av valgmuligheter. Der kommer det frem at begrensede valgmuligheter i museet ga størst læringsutbytte for elevene. Undersøkelsen kom også frem til at samarbeid gir læring (Bamberger & Tal, 2007). Oppdrag inne i utstillingen hvor besøkende selv skal tenke ut fremgangsmåter under visse rammer viser seg å være et alternativ som gir elevene størst læringsutbytte (Bamberger & Tal, 2007).

2.2.2 Den sosiokulturelle konteksten

Interaksjoner innen den sosiokulturelle gruppen

De fleste som besøker et museum eller et vitensenter kommer i grupper. Dette kan være familier, vennegjenger, skoleklasser og lignende. Her vil alle være unike og ha forskjellig bakgrunn. Likevel kan de bruke hverandre for å tolke informasjon, skape mening og forståelse (Falk & Dierking, 2000). Læring oppstår i et sosialt fellesskap, og individets interaksjoner med andre er avgjørende.

Tilrettelagt formidling av andre

Læring i museer skjer ikke bare i individets egen sosiale gruppe. Læring kan oppstå gjennom andre besøkende eller museumsansatte. Museumsguiden har en viktig rolle i denne fasen av læring, dersom de er tilgjengelig for spørsmål og diskusjoner, og dermed utfordrer og oppmuntrer besøkende til å utforske utstillingen (Falk & Dierking, 2000).

2.2.3 Den fysiske konteksten

Organisering og orientering

Folk lærer best i trygge omgivelser (Falk & Dierking, 2000). Museer og vitensentre kan ofte oppleves som store og uoversiktlige. Når besøkende synes det er vanskelig å orientere seg i utstillingen vil det ha innvirkning for deres fokus. For at nye og ukjente omgivelser skal gi økt læringsutbytte, må museet organisere utstillingene og orientere de besøkende (Falk & Dierking, 2000).

Design

Læring påvirkes av utstillingens design og utforming. Folk går til museer for å se og oppleve virkelige objekter plassert i en kontekst. Bilder og tekst finner de andre steder. Derfor ønsker de å oppleve og se autentiske utstillinger. Nøye gjennomtenkt design og utforming kan gi et presist bilde av fenomenene i den virkelige verden, og publikum kan se sammenhenger. Hensiktsmessig utformede utstillinger er overbevisende læringsverktøy, og gjennom slike utstillinger kan publikum få en konkret forståelse av den virkelige verden (Falk & Dierking, 2000).

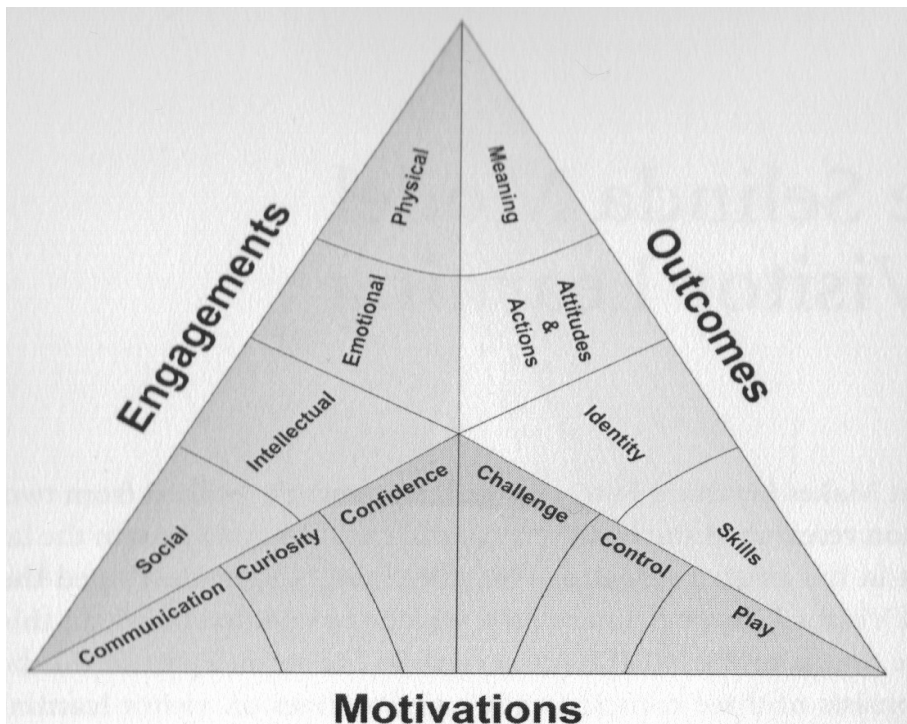
Forsterkende hendelser og opplevelser utenfor museet

Læring må ikke forstås som noe som stopper opp når besøkende går ut av museet. Læring skjer over tid på mange forskjellige måter. Det man har lært på museet kan settes i sammenheng med liknende momenter både måneder og år etter museumsbesøket (Falk & Dierking, 2000).

2.2.4 The Selinda Model

For å sette besøkendes læring i museer i en større sammenheng utviklet Deborah Perry den teoretiske modellen *The Selinda Model*. Den består av tre komplementære perspektiver på besøkendes læring i museet; resultat, engasjement og motivasjon. Perry (2012) poengterer at perspektivene ikke er gjensidig utelukkende, men at de samarbeider for å beskrive og forme besøkendes pedagogiske erfaringer. Videre påpekes det at rekkefølgen på perspektivene ikke er gitt på forhånd. I utgangspunktet er det naturlig å tro at besøkende først motiveres til å undersøke en utstillingsmodell, for så å engasjere seg i den, før de til slutt får et resultat de tar med seg fra den. Besøkende kan like gjerne engasjere seg i utstillingsmodellen *før* de motiveres av den, og tilsvarende kan de ha lært av utstillingsmodellen gjennom å observere andre besøkende (Perry, 2012). *The Selinda Model* fokuserer på de tingene som påvirker

direkte kunnskapsbygging. I tillegg vektlegges ulike måter å forstå den sosiale rammen under et museumsbesøk (Perry, 2012)



Figur 2: The Selinda Model (Hentet fra Perry, 2012, p. 40).

Resultatperspektivet (outcomes) fokuserer på hva besøkende tar med seg fra opplevelsen, og hvordan dette har påvirket dem. Noen opplever en bredere eller økt forståelse, og endringer i holdninger som omhandler temaet, mens andre får nye ferdigheter eller interesser for noe nytt og ukjent. *Engasjementsperspektivet (engagements)* omhandler alt besøkende gjør i samspill med modellene, og hvordan de engasjerer seg i løpet av besøket. Det legges ikke bare vekt på resultatene ved modellene, det viktige er selve prosessen. Vektlegges prosessen i seg selv, åpner man for engasjerende besøkende (Perry, 2012). I *The Selinda Model* inkluderer engasjement fire måter besøkende samhandler med modellene på; fysisk, emosjonelt, intellektuelt og sosialt.

Det tredje perspektivet, *motivasjonsperspektivet (motivation)*, handler om psykologiske behov og forutsetninger som påvirker besøkendes mulighet til å lære i uformelle sammenhenger. Det handler videre om at besøkende på et vitensenter forventer å ha hyggelige og motiverende opplevelser, og erfaringer som inkluderer læring. Hvis museene og vitensentrene forstår hva som motiverer besøkende, og hva som gjør læring gøy, kan utstillingene utformes på en måte som møter disse kravene. Besøkende har motiverende opplevelser når de arbeider med

utstillingsmodeller som fører til at de kan være en del av kommunikasjonsprosessen, vekker nysgjerrigheten, gir besøkende en følelse av å være trygg og smart, utfordrer, gir følelse av å ha ansvar over egen læring, åpner for lek – med andre ord modeller som gir et variert tilbud (Perry, 2012). De seks motivasjonsfaktorene som legger grunnlaget i *The Selinda Model* kan knyttes til interaktive modeller i museer og vitensentre;

Kommunikasjon

Besøkende er smartere enn vi tror de er og vet mindre enn vi tror de gjør (Perry, 2012). Folk kommer ofte til museene i grupper. Utstillingene bør erkjenne dette, og legge til rette for og oppmuntre til sosial samhandling og samarbeid. Språket som formidles på forklaringsark og ellers i utstillingen bør være naturlig og imøtekommende. Der besøkende kan sette seg fast, bør det tilbys veiledning (Perry, 2012).

Nysgjerrighet

Modellene bør trigge nysgjerrigheten ved å stille spørsmål. For lite informasjon kan være frustrerende, men samtidig kan for opplagt informasjon hemme nysgjerrigheten (Perry, 2012).

Tillit

Besøkende er motivert for å lære i situasjoner der de føler seg ”trygge og smarte”. Tilbakemeldinger bør komme umiddelbart og ofte. Modellene kan med fordel veilede besøkende gjennom en rekke mini-suksesser (Perry, 2012).

Utfordring

Tillit og kompetanse må balanseres med et passende nivå av uvisshet og utfordring. Modellene bør gi besøkende utfordringer slik at de må tenke og reflektere, og vurdere flere mulige løsninger (Perry, 2012).

Kontroll

Besøkende ønsker å ha kontroll over læringen, og at det skal foregå på deres premisser (Perry, 2012).

Lek

Følelsen av lek og underholdning trigger og engasjerer mange besøkende. Dette er i følge Perry (2012) en viktig ingrediens for valgfri læring. Besøkende som har mest tilfredsstillende

og underholdende opplevelser på et museumsbesøk er de som føler seg mest lekne (Perry, 2012).

2.3 Interaktive modeller

Noe av naturfagets egenart er bruken av matematiske modeller for å fremstille virkeligheten. Analogimodellene brukes gjerne for å forklare noe ukjent gjennom noe enkelt og kjent. Sjøberg (2009) refererer til modeller som mentale krykker som hjelper tankene videre. En modell kan være en fysisk etterlikning av et virkelig objekt. I elektrisitetsutstillingen ser vi blant annet generatorer og en solcellemodell. Analogimodeller kan fange sider ved det de er modell for, men kan være mangelfulle ved andre sider. Modellene har heuristisk verdi, og kan lede til nye ideer. I tillegg har de pedagogisk verdi ved at det ukjente kan sammenliknes med det kjente (Sjøberg, 2009).

Vi skiller mellom interaktive og reaktive modeller. En reaktiv modell innebærer å trykke på knapper og oppdage forutbestemte utfall (Caulton, 1998). Interaktive utstillingsmodeller kan defineres som modeller med klare pedagogiske målsettinger som oppfordrer enkeltpersoner eller grupper til å arbeide sammen for å forstå virkelige objekter eller fenomener gjennom fysisk utforskning, flere valg og initiativ (Caulton, 1998).

2.3.1 Utforming av interaktive modeller

Elektrisitetsutstillingen på Vitensenteret skal etter planen bygges om i løpet av 2016. Ansatte antyder at enkelte modeller kommer til å tas ut av utstillingen, og det vil produseres nye modeller. Videre vises det til noen kriterier ved utforming av interaktive modeller.

Interaktive modeller kan med fordel utformes slik at de:

1. Har direkte og åpenbare reaksjoner
2. Har klare målsetninger som kommer til uttrykk gjennom å oppmuntre besøkende til å utvikle fysiske ferdigheter, forbedre egen kunnskap eller forståelse, eller å avgrense sine følelser og meninger
3. Er intuitiv å bruke, og krever minimalt med instruksjoner
4. Fungerer på flere intellektuelle nivå, for besøkende i ulike aldre og evner
5. Oppmuntrer til sosial interaksjon mellom venner og familiemedlemmer
6. Har åpne resultater som motiverer publikum til videre utforskning av fenomenet

7. Baseres på grunnlag av forskning og eksisterende kunnskap
 8. Kan utforskes gjennom flere sanser og appellerer til besøkende med et bredt spekter av interesser og læringsstiler
 9. Ligger på et passende utfordrende nivå som bygger opp de besøkendes selvtillit
 10. Gi glede til de besøkende, og gi de en følelse av at de har forstått noe nytt
 11. Er godt designet, trygt, robust og enkelt å vedlikeholde
- (min oversettelse fra Caulton, 1998, s. 28)

2.3.2 To typer interaktive modeller

Blant interaktive modeller kan det skilles mellom PD- og APE-modeller. Hensikten med en PD-modell (*planned discovery*) er at de besøkende skal oppdage et fenomen gjennom en oppskriftsmessig bruk av modellen, en planlagt oppdagelse. En APE-modell er en utstillingsmodell hvor de besøkende utforsker den ut fra eget ønske og interesse. APE står for *active prolonged engagement*, og kan oversettes til aktivt forlenget engasjement (Humphrey og Gutwill, 2005).

Planned discovery

Frøyland (2010) mener at det finnes mange aktiviteter elever kan gjøre som er spennende i seg selv, men som ikke er med på å gi dem den forståelsen man er ute etter. Aktiviteter kan gjennomføres uten at man forstår noe som helst, ”hands on” uten ”minds on” (Frøyland, 2010). PD-modeller går ut på at besøkende skal gjøre en forutbestemt oppdagelse av et fenomen. Denne typen interaktiv modell bruker et overraskende fenomen for å tiltrekke seg besøkende. Når PD-modellene er suksessrike skaper de både engasjement og interesse blant besøkende. Besøkendes fremgangsmåte på slike modeller er gjerne forutsigbare, og består av å oppsøke modellen, manipulere den og bli belønnet med et overraskende resultat. Dette resultatet kan de oppnå på nytt, men for å forstå fenomenet må de henvende seg til forklaringsarkene ved modellen. Etter å ha lest forklaringsarkene går de ofte videre til neste modell (Humphrey og Gutwill, 2005).

Active Prolonged Engagement

Med *active* mener Humphrey og Gutwill (2005) at de besøkende skal være aktive deltakere i egen aktivitet. *Prolonged* betyr at besøkende skal involveres seg i fenomenet i større grad og bruke lengre tid ved modellen. Med *engagement* ønsker man at besøkende skal arbeide

engasjert med modellene, og at de manipulerer modellen ut fra tidligere handlinger (Humphrey og Gutwill, 2005).

APE-modeller i utstillingen kjennetegnes ved at besøkende aktivt stiller egne spørsmål rundt bruken av og forståelsen som ligger til grunn i utstillingen. Til tross for at det ligger forklaringsark til modellen like ved, vil besøkende på en APE-modell forsøke å besvare egne spørsmål uten å støtte seg til forklaringsarkene. Utforskningen av modellen er deres egen, og de følger ikke en instruksjon eller oppskrift. Besøkende bruker også lengre tid på en APE-modell enn en PD-modell, og når de forlater den er det gjerne på grunn av ytre omstendigheter, ikke på grunn av at modellen er ferdig utforsket. Man oppnår resultatet ved en APE-modell ved å utforske modellen. I tillegg åpner APE-modeller for at grupper kan arbeide med de samtidig (Humphrey og Gutwill, 2005).

2.3.3 Attracting- and holding power

Ifølge Vitensenterets målsetninger ønsker de å formidle sentral kunnskap om naturvitenskap og teknologi til publikum (Vitensenteret, 2011). Dersom kunnskap skal kunne formidles til publikum må enkelte kriterier ligge til grunn. Først av alt må publikum legge merke til modellen. Dette kaller Falk og Dierking (2013) *attracting power*, det vil si i hvilken grad modellen klarer å tiltrekke seg oppmerksomhet (Falk & Dierking, 2013). For å beskrive det første møtet med en modell benytter Humphrey og Gutwill (2005) begrepet *initial engagement*, innledende engasjement. Med dette mener de hva som skjer i løpet av de første sekundene etter at besøkende nærmer seg modellen og vurderer om de skal forlate den eller utforske den videre (Humphrey & Gutwill, 2005).

Basert på både forskning og sunn fornuft kan man anta at oppmerksomhet er en forutsetning for læring (Falk & Dierking, 2013). For å følge sine egne målsetninger må derfor Vitensenteret ha modeller i utstillingene som gjør at de besøkende blir værende over en viss tid. Dette refererer Falk og Dierking (2013) til begrepet *holding power*, altså i hvilken grad en modell klarer å holde på oppmerksomheten og engasjementet over tid (Falk & Dierking, 2013). For en rik, interaktiv modell vil dens *holding power* innebære blant annet diskusjoner med andre, og øvrige elementer som gjør at publikum blir værende ved modellen.

2.4 Elektrisitet

Oppgaven tar utgangspunkt i elektrisitetsutstillingen på Vitensenteret i Trondheim. Derfor er det naturlig å skrive om teorien som ligger bak utarbeidningen av utstillingsmodellene.

Elektrisitet er noe man omgås overalt, både i fenomener rundt oss, i naturen og i elektriske apparater vi bruker til daglig. Eksempelvis når et barn smiler vil det gå elektriske signaler gjennom nervetråder fra øyet til hjernen og fra hjernen til munnen slik at du smiler tilbake (Grimenes, Jerstad & Sletbak, 2011). Elektriske strømmer går mellom en tordensky og jorda, og fører til at det oppstår et lynnedslag. Elektriske strømmer bærer energi som vi utnytter til å varme opp huset når det er kaldt på kveldene. På en eller annen måte har nordmenn en relasjon til temaet elektrisitet. Til tross for dette virker begrepene og teorien å være vanskelig å forstå. Videre i delkapitlet vil noen av de sentrale begrepene i elektrisitetslæren forklares. Da modellene i elektrisitetsutstillingen først ble bygd tok man utgangspunkt i flere av disse begrepene. I tillegg belyses elevers forestillinger om elektrisitet fra et didaktisk ståsted.

2.4.1 Sentrale begreper

Ladning

Det mest elementære og grunnleggende i elektrisitetslæren. Dette kan forklares gjennom et eksempel hvor en kullbit består av milliarder på milliarder av karbonatomer. I hvert atom er det en kjerne med seks protoner og seks nøytroner, og rundt kjernen kretser seks elektroner. Elektronene holder seg rundt kjernen på grunn av en tiltrekkende kraft mellom elektronene og protonene. Disse kreftene knyttes til egenskapen ved elektroner og protoner vi kaller elektrisk ladning. Ladning er en grunnleggende størrelse, og kan ikke forklares med andre grunnleggende størrelser eller begreper. Det er derfor vanskelig å si hva ladning *er*, men vi kan si hva ladning *gjør*; den skaper elektriske krefter (Grimenes et al., 2011).

Spenning

Når det går strøm i en strømkrets bestående av et batteri, ledninger og en lyspære vil lyspæra lyse. Denne overføringen av energi har utspring i kjemiske reaksjoner i batteriet som skaper et elektrisk felt. Det vil oppstå elektriske krefter på elektronene rundt omkring i hele kretsen. Kreftene gjør et arbeid som overfører energi fra batteriet til varme- og lysenergi i lyspæra. En ladning flyttes fra et tilfeldig punkt til et annet i kretsen. Det arbeidet (kraft ganger vei) de elektriske kreftene gjør avhenger av hvor mye ladning som flyttes. Arbeidet *per ladning* er

den samme uansett hvor mye vi ladning vi flytter. Denne størrelsen, *arbeid per ladning*, kaller vi spenning (Grimenes et al., 2011). Enheten for spenning er volt.

Resistans

En leder er materialer som kan lede elektriske ladninger (Rossing, Stefansson & Bungum, 2005). Når det går strøm i en leder vil elektronene og metallatomene kolliderer, og fungere som motstand mot bevegelsen. En slik motstand finner man i alle elektriske ledere, og jo større motstanden er, desto mindre blir strømmen. Motstanden blir større når det er få ladningsbærere i motstandsmaterialet. Enheten for motstand er ohm (Grimenes et al., 2011).

Elektrisk energi

En betegnelse på energi som skyldes elektriske krefter. Eksempelvis en elektrisk ovn hvor temperaturen stiger til den har nådd ønsket nivå. En elektrisk ovn omdanner elektrisk energi til varmeenergi. Energien måles i joule, J (Rossing et al., 2005). Dette kjenner vi fra vår egen hverdag, hvor vi bruker elektrisk energi til å få lys, varme opp stua eller til å drive tv-apparatet.

Effekt

En generator oppgir ikke hvilken kraft den arbeider med, eller hvor mye arbeid den kan klare. Vi oppgir generatorens effekt. Effekt er det utførte arbeidet dividert med tiden arbeidet varer, eller energi per sekund (Grimenes et al., 2011). Effekt blir derfor et uttrykk for hvor mye energi den omformer og leverer per tid. Effekt måles i watt, W. Om vi slår på en ovn som leverer en effekt på 1000W og lar den stå på en time, vil den ha levert en energi på 1000W i en time. For å finne den totale mengden av levert energi multipliserer vi effekten med den tiden ovnen har stått på. I dette tilfellet $1000\text{W} \times 1 \text{ time} = 1000\text{Watt} \times \text{timer}$, som er det samme som 1 kilo-Watt time, kWh (Rossing et al., 2005).

2.4.2 Elevenes forestillinger om strømkretser

For å kunne belyse elevenes forestillinger om strømkretser, må man først avklare begrepene *strøm*, og *serie- og parallellkobling*. Vi tar utgangspunkt i en strømkrets bestående av et batteri, ledninger og en lyspære. Ledningen er ikke koblet til batteriet, og elektronene beveger seg tilfeldig overalt. Det skjer ikke noen netto ladningstransport gjennom et tverrsnitt av ledningen. Når ledningen kobles til batteriet kommer den positive og negative polen på

batteriet i kontakt. Det oppstår et elektrisk felt, og elektriske krefter på elektronene i kretsen. Disse kreftene flytter elektronene fra den negative polen på batteriet til den positive polen. Det vil da foregå en netto transport av ladning gjennom et tverrsnitt av ledningen (Grimenes et al., 2011). Fenomenet strøm defineres som mengde ladning som passerer et bestemt tverrsnitt av en strømbane per tid (Rossing et al., 2005).

En seriekobling er en kobling av elektriske komponenter etter hverandre slik at strømmen går gjennom alle uten å ha noe sted å dele seg i forskjellige strømbaner. Den negative polen på det første elektriske elementet forbindes med den positive på den neste, som igjen forbindes med den negative polen på det neste elementet og så videre.

Strømmen er lik over hele kretsen, mens spenningen fordeler seg ulikt ut i fra motstanden den møter (Store norske leksikon, 2009b). Et eksempel på en seriekobling er juletrelys.

En parallellkobling er en kobling av elektriske komponenter ved siden av hverandre slik at spenningen er lik over alle komponentene, mens strømmen fordeler seg ulikt blant ”forbrukerne”. Et eksempel på en parallellkobling kan være komfyr, oppvaskmaskin og kjøleskap. Disse kobles til de samme uttakene (Store norske leksikon, 2009a).

Angell et al. (1992) viser til undersøkelser der mange elever mener at det holder med et tilkoblingspunkt på batterier. Andre mener det holder med et tilkoblingspunkt på lyspæra. Dette kan ses i sammenheng med hvordan skolen presenterer elevene for strømkretser. De fleste lyspæreholderne som brukes i skolen viser ikke at det er to ulike steder på lyspæra som må være tilkoblet. Elevene kan få en forestilling om at når ledningene stikkes ned i de to hullene, vil lyspæra lyse. Det er ingenting som viser at tilkoblingspunktene er bunnknappen og skruegjengene på lyspæra, og at disse er isolert fra hverandre (Angell et al., 1992). Resultatene fra undersøkelsene viser at mellom 6.-9.klasse er det bare en svak økning av elever med forståelse av at batteriet og lyspæra har to poler. Angell et al. (1992) mener forskjellene burde vært større på grunn av elektrisitetslærens posisjon i læreplanen i naturfag. En årsak til den svake økningen kan være at batterier, lyspærer og strømkretser ikke vektlegges nok på ungdomstrinnet. Det antas at elevene allerede har lært dette på barnetrinnet. Det legges derfor mer vekt på sammenhenger som Ohms lov og serie- og parallellkoblinger (Angell et al., 1992).

Erfaringer fra dagliglivet kan underbygge forestillinger om at *en* ledning fra strømkilden til forbrukeren er nok. Dette kaller Angell et al. (1992) en ”kilde-forbruker-modell”. Fra

stikkontakten i veggen går det *en* ledning til støvsugeren, og skal du lade opp datamaskinen setter du i *en* ledning i veggen før den lades opp. Dette bygger opp under forestillingen at noe overføres fra stikkontakten gjennom ledningen og til de ulike apparatene (Angell et al., 1992). Et annet viktig aspekt er dagligtalen. En kollisjon mellom den naturfaglige terminologien og de dagligdagse begrepene forårsaker flere hverdagsforestillinger rundt temaet. Vi snakker om at vi ikke må sløse med strømmen, at vi må spare på strømmen og hvor mye strøm vi brukte i vinter. Vi betaler ikke for oppbrukt strøm, men for den elektriske energien som overføres til oss (Angell, Bungum, Henriksen, Kolstø, Persson & Renstrøm, 2011).

Strømforbruksmodellen underbygges dermed gjennom dagligtalen. Stikkontakter og batterier er strømkilder som forsyner elektriske apparater med strøm. Apparatene forbruker strømmen helt eller delvis. Sett fra en annen side kan vi si at de elektriske apparatene tar strøm fra strømkilden (Angell et al., 1992). Når elever tror på strømforbruksmodellen kan det ha sammenheng med et uklart elektrisitetsbegrep. Erfaringene med at batterier går ”tomme” ved bruk kan føre til en forestilling om at elektrisitet er noe som brukes opp. En slik forståelse av strømbegrepet går mer mot et energibegrep, hvor energien som overføres ”brukes” (Angell et al., 2011).

2.4.3 Elevenes forestillinger om elektromagnetiske fenomener

Induksjon er et sentralt begrep innen elektrisitetslæren. En spole er koblet til et amperemeter og danner en sluttet krets. Når vi fører en stavmagnet inn og ut av spolen kan vi se at det produseres varierende strøm i kretsen. Vår bevegelsesenergi blir omgjort til elektrisk energi. Bevegelsen mellom spole og magnet er det som betyr noe, ikke hvilken av de to vi beveger. Dersom bevegelsene eller endringene av magnetfeltet gjennom spolen skjer raskt, vil det kunne leveres mer energi. Induksjon skjer når det oppstår endringer av magnetfeltet gjennom spolen (Grimenes et al., 2011). Dette prinsippet brukes i norske energiverk. Her omgjøres vannets potensielle energi til kinetisk energi og videre til elektrisk energi. Når vi fører stavmagneten inn og ut av spolen i en lukket strømkrets, skifter den induserte strømmen hele tiden retning. Strømmen har en retning når vi skyver magneten inn, og får motsatt retning når vi drar magneten ut (Grimenes et al., 2011).

Induksjon er en av hovedårsakene til at Norge er et elektrisk samfunn, og spiller en av hovedrollene innen utvinning av energi gjennom vannkraft. Vann som faller kan få en magnet til å gå rundt en spole. Dette fører til at det oppstår indusert strøm i ledningene, og strømmen sendes videre ut på strømmettet og ut til forbrukerne. Induksjon brukes i alt fra elektriske

tannbørster til kullkraftverk. Alle ladere til mobiltelefon, PC og nettbrett bruker induksjon for å gi riktig spenning til ladningen av artefaktene. Oppdagelsen av induksjon har vist seg å være en av de viktigste noensinne for Norge (Universitetet i Oslo [UiO], 2009).

Elektromagnetiske fenomener har blitt en del av hverdagen. Vitenskapelige termer som ”magnetiske poler” og ”magnetfelt” er blitt en del av vårt felles språk. Denne populariseringen av terminologien har ført til en mindre nøyaktig betydning enn begrepenes virkelige betydning (Michelini & Vercellati, 2011). Elektromagnetisk samspill er essensielt i tolkningen av elektriske og magnetiske fenomener, men det er identifisert ulike vanskeligheter blant elever og studenter (Michelini & Viola, 2008). I følge Angell et al. (2011) er blant annet feltbegrepet abstrakt og utfordrende for elevene. Innen vitenskapen er sammenhengen mellom hverdagslig og vitenskapelig kunnskap en av hovedårsakene til at hverdagsforestillinger oppstår. For å unngå dette er det viktig å innføre utforskende læringsmetoder hvor elevene involveres i *minds-* og *hands-on* aktiviteter (Angell et al., 2011)

Innledende elektromagnetisme er en sentral del av begynneropplæringen i fysikk (Thong & Gunstone, 2008). Mange elever har opplevd elektriske og magnetiske fenomener i klasserommet gjennom undervisning, og dannet seg et mentalt skjema basert på disse observasjonene. Når elevene kommer på høyskoler og universitetet møter man elektromagnetismen som mer abstrakt og med flere matematiske begreper. Noen tilpasser ny kunnskap til sine gamle skjema, mens andre tviholder på sine primitive forestillinger i form av naive forklaringer på elektromagnetiske fenomener (Thong & Gunstone, 2008). At noen elever tviholder på de primitive forestillingene er ikke unaturlig, gitt de svært abstrakte grunnleggende begrepene i elektromagnetismen. Forskere på læring av elektromagnetiske fenomener mener at elevenes *delvise* forståelse av elektromagnetisk induksjon fører til hverdagsforestillinger (Michelini & Viola, 2008). Årsaken er manglende kunnskaper i situasjoner der det produseres industert strøm. Undersøkelser har vist at mange elever ikke skiller mellom elektriske og magnetiske krefter, eller anerkjenner at det er bevegelige ladninger inne i lederen (Michelini & Viola, 2008).

Bagno og Eylon (1997) viser til en diagnostisk studie av studenter på universitetet og deres representasjon av kunnskap. Studien ble foretatt etter at studentene hadde gjennomført et matematikkbasert introduksjonskurs i elektromagnetisme. Hensikten med studien var å kartlegge når i læringsprosessen studentene danner en tilstrekkelig representasjon av

kunnskapen. Det var forventet at utvalget skulle ha kjennskap til abstrakt elektromagnetisme og evne til å forklare elektromagnetiske fenomener fra kvalitative perspektiv.

Resultatene fra studien konkluderte med flere områder hvor studentene hadde mangelfulle representasjoner av kunnskap:

1. Studentenes kunnskaper inkluderer ikke sentrale relasjoner (for eksempel Maxwells ligninger som beskriver og forklarer sammenhengen mellom elektriske og magnetiske felter og hvordan de forholder seg til materie) i noen form, verken matematiske eller kvalitative.
2. Det fokuseres i for stor grad på grunnleggende informasjon; mange anser Ohms lov som sentral, men ser helt bort fra elektromagnetisk induksjon.
3. Studentene mangler en helhetlig organisering av konsepter og relasjoner på dette området for å forenkle prosessen med å finne tilbake til relevant informasjon.
4. De fleste elever representerer relasjoner kun i matematisk form, og virker ikke å ha tilgang til mer kvalitative representasjoner.
5. Studentene har unøyaktige ideer i elektromagnetiske og feiltolker sentrale relasjoner (Bagno & Eylon, 1997, s. 734-735).

3 Metode

3.1 Forskningsdesign

Denne studien er en fenomenologisk studie. Fenomenologi omhandler menneskers oppfatninger, meninger og erfaringer knyttet til et gitt tema i deres virkelighet (Moustakas, 1994). På denne måten kan jeg gå i dybden i temaet, og få grundig og utfyllende informasjon fra informanter, slik hensikten med kvalitative studier er (Thagaard, 2009).

Det er tre sentrale kriterier som må tas hensyn til i et forskningsdesign; tidsdimensjonen, utvalget og type data (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2010). Man må tenke ut når undersøkelsen skal gjennomføres, hvem det skal forskes på, og hvilke type data som skal samles inn. Forskningsdesignet beskriver hvordan undersøkelsen skal utformes (Ringdal, 2013). Videre skal forskningsdesignet være et verktøy for å besvare en problemstilling. Hvilket design som passer best er avhengig av problemstillingen, og hva jeg ønsker å finne ut av. I planleggingsfasen av prosjektet skal det avgjøres hvordan problemstillingen kan besvares på best mulig måte. Det skal både tas hensyn til de tilgjengelige ressursene, og til tidsperspektivet.

For å finne ut hvilke endringer som kan gjøres med elektrisitetsutstillingen for at besøkende skal få økt utbytte av et besøk, valgte jeg først å kartlegge publikums opplevelser fra den nåværende utstillingen. Jeg gjennomførte derfor en spørreundersøkelse med tilfeldige besøkende i elektrisitetsutstillingen. Besvarelsene blir videre behandlet ved hjelp av statistisk analyse. En slik metode kalles kvantitativ siden den forholder seg til det som er kvantifiserbart (Johannessen et al., 2010). På bakgrunn av spørreundersøkelsen ble det utarbeidet en intervjuguide som ble brukt ved fire dybdeintervju. Intervjuene gjorde det mulig å gå i dybden på tendensene jeg hadde sett fra besvarelsene i spørreundersøkelsen. Denne tilnærmingen kalles en kvalitativ metode. I motsetning til den kvantitative metoden, opererer denne metoden med tekst som data- og analysegrunnlag (Johannessen et al., 2010).

3.1.1 Metodetriangulering

Forskningsprosjektet henter empiri både fra en kvantitativ spørreundersøkelse og fra kvalitative intervjuer av besøkende ved Vitensenteret i Trondheim. Denne kombinasjonen av ulike innsamlingsmetoder betegnes som en metodetriangulering (Johannessen et al., 2010). I samfunnsvitenskapen betyr dette å se et fenomen fra flere perspektiver for å samle inn og analysere data. Dersom ulike kilder kan bekrefte og understøtte hverandre, vil det være med å styrke studien (Postholm, 2005). I dette forskningsprosjektet benyttes intervju som en

oppfølger til de kvantitative spørreskjemaene. Dette gjøres for å kunne belyse sider av resultatene i spørreskjemaet som ikke kommer frem gjennom avkrysningen. Den kvalitative- og kvantitative metoden utfyller hverandre ved at kvalitative data kan belyse de tallmessige resultatene, mens tallene kan si noe om funnene i den kvalitative delen av undersøkelsen (Johannessen et al., 2010).

3.1.2 Casedesign

Ordet case kommer fra latin casus, som betyr tilfelle (Johannessen et al., 2010).

Forskningsarbeidet baseres på en studie av elektrisitetsutstillingen på Vitensenteret som et kasus. Kasusstudier defineres av Postholm (2005) som utforskning av et bundet system som både er tids- og stedbundet. Fokuset i slike studier kan blant annet være et program, et sammensatt system, en institusjon eller en aktivitet (Postholm, 2005; Stake, 1995; Merriam, 1998). Et besøk i elektrisitetsutstillingen er både tids- og stedbundet, og jeg har tatt utgangspunkt i undersøkelser av publikums erfaringer på bakgrunn av deres aktivitet i utstillingen. Dette studeres gjennom en fenomenologisk tilnærming, som er ment å beskrive den meningen besøkende legger i opplevelsen knyttet til en bestemt erfaring av et fenomen (Postholm, 2005). I mitt tilfelle er fenomenet en rekke utstillingsmodeller på Vitensenteret, og jeg har forsøkt å undersøke hvordan elektrisitetsutstillingen oppleves av besøkende. Innsamling av data har derfor vært omfattende, og jeg har funnet det hensiktsmessig å bruke forskjellige innsamlingsstrategier underveis.

3.1.3 Fleksibelt forskningsdesign

Selve forskningsdesignet i forskningsprosjektet har vært fleksibelt. Problemstillingen og forskningsspørsmålene har hele tiden vært grunnlaget for arbeidet, men det har vært rom for å gjøre små endringer underveis. Dersom jeg oppdaget at en del av datainnsamlingen virket mangelfull, brukte jeg alternative innsamlingsmetoder. Jeg har gjennomført både strukturerte og ustrukturerte observasjoner, korte gruppeintervju, personlige intervjuer, pilottester og spørreundersøkelser. De erfaringene jeg har gjort meg underveis har bidratt til å peke ut retningen for det videre arbeidet. I følge Thagaard (2003) er det viktig at prosjektets design må gi mulighet til fleksibilitet, og åpne for endringer underveis (Thagaard, 2003). Tilbakemeldinger jeg fikk fra både respondenter og informanter underveis førte til små endringer i det videre forskningsprosjektet. Med respondenter menes en passiv part i undersøkelsen, som svarer på konkrete spørsmål. En informant er en mer aktiv deltager, en

større samarbeidspartner i en intervjusammenheng (Postholm, 2005). Det skilles mellom disse to begrepene i resten av studien.

3.2 Utvalg

De kriteriene som la føringer for utvalget i dette forskningsprosjektet var blant annet at de hadde besøkt elektrisitetsutstillingen på Vitensenteret i Trondheim. Selve populasjonen vil i dette tilfellet være de besøkende på Vitensenteret. Utvalget måtte ha noe erfaring med bruk av modellene inne i elektrisitetsutstillingen. Dette begrenset utvalget noe, da enkelte besøkende *ikke* besøker denne delen av utstillingen. Kravet for å kunne delta i forskningsprosjektet var at de måtte ha besøkt begge etasjene i utstillingen. Dette kriteriet sørget for at utvalget hadde en viss grad av opplevelser og erfaringer fra hele utstillingen før jeg tok kontakt.

3.2.1 Strategisk utvalg

I utvalget av informanter har jeg valgt personer det vil være hensiktsmessig å intervju. Dette kaller Johannessen, Tufte og Christoffersen (2010) et strategisk utvalg. Bakgrunnen for valget av informanter var kriterier i forhold til kjønn, alder, og evne til å reflektere og samtale. Ingen av informantene har noen spesiell erfaring med naturvitenskap, men de gir uttrykk for at de er interessert i naturfaget. Jeg var også avhengig av personer som var villige til å la seg intervju. Denne utvelgingsstrategien kalles tilgjengelighetsutvalg (Thagaard, 2009).

Ulempen med denne strategien er at jeg kan ha gått glipp av en del interessant informasjon fra informanter som ikke ble valgt. Utvalget i dybdeintervjuene besto av fire informanter.

Postholm skriver at det ofte stilles krav om at informanter i en kvalitativ undersøkelse har erfaring med det aktuelle temaet (Postholm, 2005). Informantene ble invitert delvis på grunn av kjennskap til utstillingen, og delvis på grunn av deres evne til å reflektere og samtale. I utgangspunktet ble all kontakt med informantene opprettet via epost og fulgt opp gjennom telefon. Jeg hadde på forhånd utarbeidet et informasjonsskriv som ble godkjent av

Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS (vedlegg 5).

Dette ble sendt til informantene i forbindelse med forespørselen til intervjuet, og jeg fikk utelukkende positive tilbakemeldinger på henvendelsen.

3.2.2 Representativt utvalg

Spørreundersøkelsen omfattet tilfeldige besøkende i elektrisitetsutstillingen. I utgangspunktet søkte jeg etter et representativt utvalg av hele populasjonen (Johannessen et al., 2010), i dette tilfellet besøkende på Vitensenteret. Jeg sto utenfor rommet og henvendte meg til besøkende som var på vei ut, og kunne velge hvem jeg skulle spørre. I all hovedsak valgte jeg å ikke spørre barn under 9 år av primært to årsaker. For det første virker ikke modellene i elektrisitetsutstillingen å være tilpasset denne aldersgruppen. For det andre kan deres tolkninger av spørsmålene gi uklare svar. Det kan derfor stilles spørsmålstegn til hvorvidt spørreundersøkelsen representerer hele bredden av målgruppen for utstillingen i rommet. Likevel måtte jeg velge bort de yngste på grunn av kommunikasjonsproblematikk og mangelfull begrepsforståelse. Disse faktorene førte til at utvalget ble ytterligere begrenset. Utfordringen var å sørge for at respondentene ikke ble påvirket av hverandre da spørreskjemaet skulle fylles ut. De fleste takket ja til å være med på en spørreundersøkelse. Årsaken til at noen ikke var interessert å delta var mangel på interesse for elektrisitet, eller en oppfattelse av at de ikke hadde tilstrekkelige kunnskaper om temaet.

3.2.3 Antallet

I en slik fenomenologisk undersøkelse finnes det ingen klare svar på hvor mange informanter man behøver. Både Johannessen et al. (2010) og Postholm (2005) foreslår mellom tre og tjue. Her spiller størrelsen på forskningsprosjektets inn, og hvilken informasjon man kan hente fra de forskjellige informantene. Både lengden på intervjuene og hvor mange som skal intervjues må forskeren vurdere underveis. Intervjuene kan med fordel gjennomføres helt til forskeren ikke lenger mottar ny informasjon fra informantene (Johannessen et al., 2010).

Totalt fikk jeg inn spørreskjema fra 66 respondenter, 33 kvinner og 33 menn. Antallet er ikke stort i kvantitativ sammenheng, men tilstrekkelig til mitt forskningsprosjekt. Erfaringsmessig er spørreskjema som datainnsamlingsmetode en tidkrevende prosess, og tidsaspektet la begrensninger for antall respondenter.

3.3 Observasjon som metode

Observasjon kan brukes for å samle inn data fra forskningsfeltet, og benyttes ofte i en kombinasjon med andre innsamlingsstrategier (Postholm, 2005). I dette forskningsarbeidet har jeg tatt i bruk ustrukturert observasjon for å få kjennskap til feltet. Ustrukturert

observasjon brukes når forskeren ikke har gjort seg opp en mening på forhånd om hvilke detaljer som skal observeres (Johannessen et al., 2010). Denne observasjonen danner grunnlaget for det videre forskningsprosjektet.

Jeg har observert personer som besøker Vitensenteret, og lagt spesiell vekt på de som besøker elektrisitetsutstillingen. Her visste jeg hva som skulle observeres, og jeg hadde et skjema med forhåndsbestemte kategorier som bestemte hva jeg skulle observere. Dette betegnes som en strukturert observasjon (Johannessen et al., 2010).

Elektrisitetsutstillingen ligger nederst i en lang gang på Vitensenteret. Rommet består av 17 modeller fordelt på to etasjer. Modellene er utstilt langs veggene, og publikum kan bevege seg fritt midt i rommet. I første etasje er det 11 modeller, mens i andre etasje er seks modeller. For å komme opp til andre etasje må du gå opp en trapp. Under observasjonene ble dataene notert ned i en bok slik Postholm (2005) anbefaler. Det oppsto likevel noen utfordringer med hensyn til hvilke data jeg skulle registrere. Det var veldig intenst å følge med på hvor mange som gikk inn og ut av rommet, samtidig som det kom nye personer til. Samtidig skulle jeg ha oversikt over hvem som gikk rundt i første etasje, hvor mange som gikk opp i andre etasje, og hvilke av disse som hadde vært innom begge etasjene i utstillingen.

Thagaard (2009) nevner at det er en utbredt oppfatning at forskere som driver observasjon skal være åpne om dette, da skjult observasjon kan oppfattes uetisk. Likevel var jeg under mine observasjoner en skjult observatør som ikke deltok i felten (Johannessen et al., 2010). Til tross for at jeg sto delvis gjemt bak en dør på andre siden av gangen, merket forbipasserende at jeg sto og noterte i en bok. Dette bød på noen utfordringer i blant ved at publikum trodde jeg var en ansatt på Vitensenteret. I forbindelse med studien ble det bedt om tillatelse til å gjennomføre observasjoner, intervju og spørreundersøkelser fra Martin Kulhawczuk, konstituert direktør ved Vitensenteret i Trondheim.

Hensikten med observasjonen var å få oversikt over feltet, og samtidig gjøre meg kjent med besøkendes handlingsmønster ved modellene. Dette ga meg et bedre grunnlag til å formulere forskningsspørsmål og problemstilling. I tillegg ga det meg en del tanker rundt spørsmål til både spørreskjema og intervjuguide. Jeg hadde i starten et bredt fokus i forskningsarbeidet. Gjennom observasjonen spisset dette fokuset seg ytterligere og retningen av forskningsprosjektet begynte å ta form (Postholm, 2005).

3.4 Spørreundersøkelse som metode

Hensikten med spørreundersøkelsen er å kartlegge besøkendes opplevelser av elektrisitetsutstillingen på Vitensenteret. Ønsket er å finne ut hvilke erfaringer og meninger de besøkende danner seg om modellene etter at de hadde besøkt rommet. Resultatene skulle også være utgangspunkt for intervjuguiden senere i forskningsprosessen. De brukes også i drøftingsdelen av oppgaven, hvor de sees i sammenheng med resultatene fra intervjuene. Skjemaet ble presentert for respondentene idet de kom ut av elektrisitetsutstillingen. Under avkrysningen var jeg alltid i nærheten av respondentene slik at jeg kunne svare på spørsmål. I tillegg ga dette meg en mulighet til å sørge for at ting gikk rett for seg underveis.

3.4.1 Utforming av spørreskjema

Det ble tatt i bruk et strukturert spørreskjema, det vil si med forutbestemte svaralternativer til alle spørsmålene (Johannessen et al., 2010). Respondentene trenger bare å markere ved det svaralternativet de mener passer best til deres opplevelse og erfaring med fenomenet. Ved å bruke et strukturert spørreskjema kan jeg ved hjelp av statistiske analyseprogram se sammenhenger mellom fenomener i utstillingen. Dette er enklere når man bruker et strukturert spørreskjema fordi man når en standardisering, slik at man tydeliggjør likheter og variasjoner i måten respondenten svarer på (Johannessen et al., 2010). Spørsmålet jeg måtte stille meg var hensiktsmessig det var med et spørreskjema med mange åpne spørsmål, eller om det var bedre å supplere med kvalitative intervjuer i tillegg. Jeg valgte å ikke ta i bruk åpne spørsmål i spørreskjemaet av flere årsaker. Ikke alle respondentene er vant til å uttrykke seg skriftlig, og jeg ville unngå å få klisjepregete svar slik Johannessen et al. (2010) advarer mot. I tillegg er det vanskeligere å analysere svar fra åpne spørsmål i forhold til prekodete, og man unngår at analysen kun blir en klassifisering av svarene. Svar på åpne spørsmål gir i større grad utfyllende informasjon, men ved prekodete spørsmål er det enklere å trekke generelle slutninger.

Spørreskjemaet må være relevant i forhold til problemstilling og forskningsspørsmål, i tillegg til at det må være enkelt, entydig og selvinstruerende (Haraldsen, 1999). Jeg laget en spørreundersøkelse med spørsmål jeg mente ville gi utdypende informasjon om forskningsspørsmålene. Gjennom prosessen ble spørsmålene evaluert av medstudenter. Utfordringen var å tilpasse spørsmålene til målgruppa og ikke overvurdere respondentenes kunnskapsnivå (Ringdal, 2013). Dette støttes også av Johannessen et al. (2010) som sier at

man må bruke ord og uttrykk som er allment kjent i den populasjonen som skal studeres (Johannessen et al., 2010). Svaralternativene er like viktige som spørsmålene i en slik undersøkelse, og må være spesifikke, og ikke tvetydige. Både svaralternativene og spørsmålene må derfor utformes så konkret som mulig for å unngå mistolkninger. Samtidig må de kunne gi relevant kunnskap i forhold til problemstilling og forskningsspørsmål (Johannessen et al., 2010).

De endelige svaralternativene til hvert spørsmål skyldes en lengre prosess. På bakgrunn av samtaler med bekjente har jeg foreslått noen mulige svar på spørsmålene. Samtidig bærer svaralternativene preg av å ha vært diskutert på ulike sosiale medier. Jeg spurte venner og bekjente om de kunne nevne tre egenskaper ved en modell som førte til at de opplevde den som morsom, tiltrekkende og minneverdig. Dette for å skaffe meg et bredest mulig bilde av personers refleksjoner når de ser en tiltrekkende, morsom og minneverdig utstillingsmodell. Tilbakemeldingene dannet grunnlaget for et førsteutkast av spørreskjemaet som videre har vært gjennom runder med evaluering, før en pilottest ble gjennomført på tre personer i starten av november. Personene fikk gjennomføre pilottesten og etterpå komme med sine synspunkter. Dette ble tatt hensyn til i det avsluttende arbeidet med spørreskjemaet. Hele prosessen fra å sitte med noen enkle spørsmål til et ferdig spørreskjema har med andre ord vært både tidskrevende og utfordrende.

Spørreskjema del for del

I den følgende gjennomgangen av de ulike delene av spørreskjemaet, viser jeg til vedlegg 1.

Spørreskjemaet er delt inn i tre ulike deler, og består av totalt sju spørsmål. Hver del skal i ulik grad belyse hvert sitt forskningsspørsmål. Innledningsvis blir respondentene bedt om å krysse av for alder og kjønn. Disse punktene tok jeg med for å kunne se noen sammenhenger i analysene senere i prosjektet. Spørreskjemaet deles inn i tre:

1) Denne delen tar for seg hvilke modeller i elektrisitetsutstillingen respondentene la spesielt merke til, og hvorfor. I tillegg legges det vekt på hvilke egenskaper en modell må ha for at respondentene skal oppsøke den. For å kunne besvare denne delen lagde jeg et laminert ark med bilder av modellene med påfølgende modellnummer for at respondentene skulle bruke dette under avkrysningen (vedlegg 11).

2) Her dreier det seg om hvilken modell respondentene utforsket i størst grad, og hvorfor. Også her får respondentene bruk for det laminerte støttearket med bilder av modellene.

3) Denne delen handler om forståelse for elektrisitet, og i dette tilfellet elektriske kretser. Her bruker jeg et allerede utarbeidet avkrysningsark som er hentet fra *Fysikk i naturfaget: et fjernundervisningsopplegg med didaktisk refleksjon* (Angell, Haugan & Isnes, 1992). Jeg opplevde denne oppbyggingen av spørreskjemaet som naturlig og den ga meg bred informasjon i forhold til forskningsspørsmålene og problemstillingen.

En mulig svakhet ved spørreskjemaet er at respondentene ikke har mulighet til å svare ”vet ikke” på spørsmål. Jeg valgte bevisst å ikke ta med et slikt svaralternativ fordi jeg i utgangspunktet spør om respondentenes *egne* meninger og erfaringer rundt besøket på elektrisitetsutstillingen. Med dette som bakgrunn mener jeg at alle har en mening rundt det de har bedrevet med, men samtidig kan de sitte med erfaringer og meninger som ikke er nedfelt på forhånd i skjemaet. Man risikerer at noen krysser av for de oppgitte svaralternativene, til tross for at ingen av disse egentlig passer. Dette kan gi utslag på resultatene og være en mulig feilkilde i dataanalysene (Johannessen et al., 2010).

3.4.2 Gjennomføring av spørreundersøkelsen

Selve gjennomføringen av spørreundersøkelsen foregikk over fem helger i november/desember. Jeg tok kontakt med mulige respondenter umiddelbart etter at de gikk ut av elektrisitetsutstillingen. Dette var respondenter som kom ned trappen, slik at jeg var sikker på at de hadde besøkt begge etasjene i rommet. Jeg ga en kort informasjon om forskningsprosjektet, og spurte samtidig om de kunne tenke seg å delta på en spørreundersøkelse. Skjemaet skulle fylles ut ved hjelp av penn og papir, samtidig som de fikk utdelt et støtteark med oversikt over modellene og modellnummer (vedlegg 11).

En alternativ måte å gjennomføre spørreundersøkelsene på hadde vært å lagt ut spørreskjema på Vitensenterets hjemmesider. Dette ville spart meg for en del tid, men også vært avhengig av at besøkende klikker seg inn på hjemmesiden etter besøket. Dersom jeg hadde gjennomført dette alternativet, ville svarprosenten utvilsomt vært lavere. Likedan kan man vurdere hvorvidt spørreskjema skal oversendes respondenter via epost eller andre nettbaserte løsninger. Tidsmessig er det enkelt og greit, men det ville vært verre å få personer til å svare. Noe av hensikten med spørreskjemaet var å få respondentenes umiddelbare reaksjon etter at de hadde vært innom elektrisitetsutstillingen, og ikke timer eller dager i ettertid. Dette var

også noe av årsaken til at jeg valgte selv å spørre enkeltpersoner rett utenfor elektrisitetsutstillingen om de ville delta på en spørreundersøkelse.

3.5 Intervju som metode

I tillegg til spørreundersøkelsen bruker jeg intervju som innsamlingsmetode. Det finnes noen åpenbare grunner til at et intervju egner seg. Jeg hadde blant annet behov for å gi informantene større frihet til å uttrykke seg enn det spørreskjemaet tillot. I tillegg kan jeg få nyanserte innspill til svar på problemstillingen, eller få belyst problemstillingen fra en annen synsvinkel (Johannessen et al., 2010)

Hensikten med intervjuene var å undersøke betydningen av de tendensene jeg så i resultatene fra spørreundersøkelsen, og få en dypere innsikt i informantenes erfaringer og opplevelser fra besøket. Derfor var det viktig å samle inn mye informasjon om få enheter (Thagaard, 2009). Under et intervju er språket et viktig hjelpemiddel for å få en forståelse av andres oppfatning (Postholm, 2005). I intervjuet ga jeg informantene muligheten til å forklare og utdype mer fra de punktene på spørreskjemaet jeg ønsket. På grunn av at intervjuet var av det uhøytidelige sorten hadde jeg mulighet til å følge opp, og gå videre med annen informasjon som dukket opp underveis. Ved å bruke denne innsamlingsmetoden kunne jeg trekke tråder mellom de enkelte informantenes, og den store gruppens erfaringer og meninger.

Totalt intervjuet jeg fire informanter, to menn og to kvinner. Disse fire informantene ble intervjuet enkeltvis. I forkant av hvert intervju arbeidet informantene alene med elektrisitetsutstillingen i en tidsperiode på 20-30 minutter. Dette gjorde jeg for at alle skulle ha omtrent like erfaringer fra rommet. Jeg ønsket dessuten å høre deres umiddelbare meninger og reaksjoner. Det første intervjuet ble gjennomført en lørdag i midten av desember.

Erfaringene fra det første intervjuet viste at informanten ble forstyrret av andre besøkende under intervjuet. For at informanten ikke skulle bli påvirket av andre besøkende, flyttet jeg de neste intervjuene til en hverdag hvor det var mindre besøk på Vitensenteret. Et alternativ til å intervju informantene enkeltvis ville ha vært å gjennomføre gruppeintervju, men grunnet informantenes tidsbegrensninger var det enklere å gjennomføre personlige intervju.

Intervjuene mine havner i kategorien semi-strukturerte. En intervjuguide dannet utgangspunkt for intervjuene (vedlegg 2). Temaene og spørsmålene var utarbeidet på forhånd, men rekkefølgen og vektleggingen av spørsmålene endret seg ut i fra responsen til informanten (Robson, 2002). Hadde jeg hatt et mer strukturert intervju med lite rom for samtale utenfor de

oppsatte spørsmålene, ville jeg gått glipp av mange interessante tilbakemeldinger. Fordelen med en slik grad av struktur i et intervju er dermed at forskeren selv kan skreddersy intervjuet til hver enkelt informant (Johannessen et al., 2010). Intervjuguiden fungerte som en veiviser innen de temaene jeg ønsket å undersøke. Fleksibilitet er viktig underveis i en intervjuprosess. Det er altså hensiktsmessig at forskeren er åpen for informantens meninger og refleksjoner, også de forskeren ikke har sett for seg på forhånd. Intervjuet er en samtale mellom forsker og informant som styres av temaer satt opp av forskeren (Thagaard, 2003)

I slike intervjusituasjoner kan det oppstå utfordringer. Forskeren kan blant annet oppleve at informanten opptrer nervøst, og gir korte og lite utfyllende svar. På den andre siden vil det også være en fare for at informantene forteller forskeren det de tror forskeren vil høre. Ved å møte informantene med et åpent sinn og unngå at egne meninger preger intervjusituasjonen, kan forskeren forsøke å unngå denne problematikken (Thagaard, 2003).

En annen utfordring kan være å bestemme hva som skal registreres som data. Under mine intervju oppsto det flere situasjoner hvor både tenkepauser, ansiktsuttrykk og ordlyd var avgjørende for hvordan dataene skulle tolkes.

3.5.1 Gjennomføringen av intervju

Intervjuene ble gjennomført i desember/januar. I intervjuene brukte jeg modeller og spørsmål som var beskrevet i spørreskjemaet, og informantene hadde et laminert ark som viste de aktuelle modellene. Etter at informantene hadde besøkt og utforsket elektrisitetsutstillingen så lenge de ville, satte vi oss ned på et tilgjengelig rom på Vitensenteret. Hensikten med å velge dette rommet som ramme for intervjuet, var å gjøre det mest mulig nøytralt for både forsker og informant, samtidig som det var i umiddelbar nærhet til elektrisitetsutstillingen. Rommet som ble brukt i intervjuene er åpent for alle i helgene, og fungerer som et lunsj-rom. Dette erfarte vi under det første intervjuet da en gjeng andre besøkende til stadig gikk inn og ut av rommet. I begynnelsen av intervjuet var dette forstyrrende, men informanten taklet det bra, og lot seg ikke affisere av støyen dette medførte. Dette førte likevel til at jeg endret dag for de neste intervjuene. Tidsrammen for hvert intervju var 45-60 minutter. Det ble tatt lydopptak med mobiltelefon underveis, og opptakene ble transkribert samme kveld for å kunne brukes i den videre analysen. Disse transkripsjonene finnes i vedlegg 6-9.

3.6 Databehandling og analyse

Under analysearbeidet er det viktig å skaffe seg en oversikt over de dataene som er samlet inn. Denne informasjonen skal reduseres og struktureres i forhold til det videre forskningsarbeidet. Postholm (2005) mener at man i kvalitative undersøkelser allerede fra starten av innsamlingsperioden begynner å analysere de dataene man får inn (Postholm, 2005). Analysen i kvantitative undersøkelser starter først når alle data er samlet inn (Robson, 2002). I et spørreskjema har ikke forskeren den samme muligheten til å følge opp svar underveis, slik som i kvalitative intervju. Derfor får ikke forskeren reflektert over dataene før spørreskjemaene er klare til behandling. I dette forskningsprosjektet har jeg innslag av både kvalitativ og kvantitativ dataanalyse som presenteres i de påfølgende avsnittene.

3.6.1 Behandling av data fra spørreskjema

I kvantitative undersøkelser er det vanlig å bruke et dataprogram til å behandle dataene som er samlet inn (Ringdal, 2013). Jeg har valgt å bruke et statistikkprogram for å kunne gjennomføre grundigere analyser. Hensikten er å utføre univariate og bivariate analyser. En univariat analyse undersøker enkeltvariabler hver for seg. Her tas det ikke hensyn til eventuelle sammenhenger med andre variabler. Bivariate undersøkelser tar derimot for seg sammenhenger mellom to variabler. Eksempelvis kan dette være sammenhengen mellom kjønn og hvilken modell de utforsket grundigst, eller det kan være sammenhengen mellom hvilken modell som først ble lagt merke til og hvilke egenskaper de besøkende mener en modell bør ha for at den skal være attraktiv. Disse resultatene presenteres gjennom diagrammer i forskningsrapporten.

3.6.2 Behandling av data fra intervju

Jeg har gjennomført en deskriptiv analyse av data fra intervjuene. I denne analysen kategoriserer og strukturerer jeg datamaterialet slik at det blir mer oversiktlig og forståelig (Postholm, 2005). For å kunne finne meningsbærende elementer i materialet (Johannessen et al., 2010) har jeg kodet og kategorisert utsagn og begreper. Dette gjorde jeg for å organisere materialet slik at det blir lettere å finne elementer i intervjuene som gir kunnskap om problemstillingen og innspill til svar på forskningsspørsmålene. Underveis i analysearbeidet fant jeg også elementer som skilte seg ut i forhold til det øvrige datamaterialet, og som ikke hadde betydning for den videre analysen (Postholm, 2005). Jeg har brukt de kvantitative analysene som støtte for den kvalitative analysen. De ulike analysene utfyller hverandre, og

sammen brukes de til å analysere helheten. Jeg har valgt å ikke bruke noen digitale programmer i analysen av datamaterialet fra intervjuene.

3.7 Vurdering av forskningens kvalitet

Reliabilitet, validitet og generalisering er relevante begrep i forhold til et forskningsarbeid. Dette forteller oss noe om troverdigheten, kvaliteten og overførbarheten på datainnsamlingen (Ringdal, 2013). I de påfølgende avsnittene vil jeg gjøre kort rede for disse begrepene.

3.7.1 Reliabilitet

Reliabilitet kan sies å være en undersøkelses pålitelighet, det vil si dataenes nøyaktighet, hvordan de er samlet inn, hvilke data som brukes og hvordan de bearbeides (Johannessen et al., 2010). Kriteriet for reliabilitet er at resultatene skal kunne reproduseres og gjentas. I en kvantitativ undersøkelse kan reliabiliteten testes ved å gjennomføre en ”test-retest”, hvor testene gjennomføres på ulike tidspunkter. Får man omtrent de samme resultatene kan man si at man har en høy grad av reliabilitet.

Under et kvalitativt intervju er det umulig for informanten å repetere det som er sagt – delvis på grunn av hukommelse, og delvis på grunn av økt innsikt hos informanten etter det første intervjuet (Postholm, 2005). I kvalitative intervju vil reliabiliteten dermed være avhengig av gode lydopptak og nøyaktig transkribering. Postholm (2005) mener det likevel er vanskelig å opprettholde reliabilitet i kvalitative intervju. I kvalitativ forskning vil det være problematisk å opprettholde de tradisjonelle kravene til validitet og reliabilitet på grunn av at møtet med forskeren og informanten alltid er en unik tidsbestemt situasjon (Postholm, 2005).

3.7.2 Validitet

Validitet oversettes i forskningslitteraturen som gyldighet, men er et mangetydig begrep (Repstad, 2009). Et datamateriale er ikke selve virkeligheten, men en representasjon av den (Johannessen et al., 2010). Spørsmålet blir derfor hvorvidt dataene representerer fenomenet på en god måte eller ei. Hvorvidt vi *måler det vi skal måle* er essensielt for validiteten i et forskningsprosjekt. Innen kvalitativ metode er det kanskje bedre å knytte validitet til hvorvidt forskerens forskningsdesign og funn av resultater reflekterer formålet med studien, og *representerer* virkeligheten (Johannessen et al., 2010). Derfor vil graden av validitet i en kvalitativ oppgave bære preg av hvordan oppgaven beskriver fremgangsmåtene i

datainnsamling og databehandling. Validitet må ikke oppfattes som noe absolutt, som om data er valide eller ikke, men et kvalitetskrav som kan være mer eller mindre oppfylt (Lund, 1996).

For å sikre kvaliteten på dataene mine gjennomførte jeg en pilotundersøkelse i forkant. Da kan man finne ut om man har utviklet de gode og rette spørsmålene, og gjennom dette sikre høy validitet (Jacobsen, 2010). Jeg var også tilstede under innsamlingen av spørreskjemaene for å sikre at dette foregikk på den måten jeg ønsket, med hensyn til at respondentene besvarte skjemaene ut fra sine egne meninger og ikke lot seg påvirke av andre.

I forhold til intervjuene var det viktig for meg å ikke stille ledende spørsmål, eller ta noen som helst stilling til saken underveis i samtalen. Det som kommer frem gjennom intervjuet skal være informantens eget, og ikke bære preg av forskeren. Dette var en utfordring da intervjuene hadde en uhøytidelig karakter, og bar mye preg av samtale mellom informant og forsker. Selve kommunikasjonsprosessen i et intervju kan svekke validiteten, og åpner for feilkilder i forskningsprosessen (Ringdal, 2013). Hvorvidt informanten oppfatter spørsmålene korrekt, og om svarene noteres ned korrekt, er noen få aspekter som er avgjørende for i hvilken grad validiteten er høy eller lav. Eksempelvis vil en båndopptaker føre til at vi kan registrere det vi ser og hører (Jacobsen, 2010). Med båndopptaker fikk jeg tatt opp alt som ble sagt, og dette ble transkribert i sin helhet senere på kvelden. Ved å gjøre dette så fort jeg kom hjem var intervjuet friskt i minne og jeg hadde god oversikt over notatene. På den måten fikk jeg notert ned hvor i samtalen informanten hadde tenkepauser, et spesielt tonefall, ansiktsuttrykk eller kroppsspråk som spilte rolle for tolkningen av dataene. Det påpekes at intervjuene foregikk på dialekt, mens sitatene i kapittel 4.4 er likevel skrevet på bokmål. Det kan ha ført til at tonefall og enkelte ord og uttrykk mister noe av styrken. Dette argumenteres med at forskningsrapporten blir mer forståelig og lesbar enn om sitatene skulle blitt presentert på dialekt.

3.7.3 Generalisering

Generalisering vil si at man konkluderer med at resultatet i det spesielle også gjelder for det generelle. I kvalitative undersøkelser kan det handle om å etablere nye forestillinger som er nyttige i andre sammenhenger. Informantene reflekterer rundt potensielle endringer og momenter ved modellene de la spesielt merke til. De endringene og løsningene som foreslås kan også gjelde flere modeller, eller andre utstillinger på Vitensenteret. På denne måten er informasjonen fra informantene generalisert, og tatt fra det spesielle til det generelle.

I kvantitative undersøkelser handler det om å gjøre en statistisk generalisering fra et utvalg til en annen populasjon (Johannessen et al., 2010). I følge Vitensenteret har de omtrent 75 000 besøkende i løpet av et kalenderår, hvorav 15 000-20 000 er elever i skolene. Da vil naturligvis mine 66 respondenter ikke gi et tilstrekkelig representativt uttrykk for hele populasjonen. Min innsamling er hovedsakelig gjort i helgene da de besøkende er der i privat regi. De resultatene jeg har kommet frem til kan dermed ikke brukes som et uttrykk for resten av de besøkende på Vitensenteret. Dette antallet viser riktignok noen interessante tendenser blant de besøkende, og kan gi en indikasjon på besøkendes oppfatninger og erfaringer fra et besøk i elektrisitetsutstillingen.

4 Resultat og analyse

De første kapitlene i forskningsrapporten har dannet et teoretisk og metodisk grunnlag for det videre forskningsarbeidet. Denne rapporten avviker fra et standard oppsett for lignende forskningsprosjekter fordi resultat og analyse slås sammen til et kapittel. En sammenslåing av resultat- og analysekapitlet har fordeler både for forskeren og leseren. Det argumenteres med at leseren får større oversikt over innholdet i oppgaven og kan ta del i analysen underveis. En grundig og oversiktlig fremstilling av resultatene kan i tillegg føre til en mer forståelig presentasjon av forskningsarbeidet. Resultatene presenteres i den rekkefølgen de ble utført. Med dette som bakgrunn deles resultat- og analysekapitlet inn i fire delkapitler som danner grunnlaget for drøftingen i kapittel 5:

- 1) Den første delen beskriver innledningen av forskningsprosjektet. Her legges det vekt på den ustrukturerte observasjonen og de korte samtalene med besøkende i elektrisitetsutstillingen. Hensikten med denne delen er å gi leseren innsyn i noe av det som legger grunnlaget for studien og skissere en videre vei i forskningsprosessen.
- 2) Den andre delen tar for seg den strukturerte observasjonen, og er en videreføring av den første delen.
- 3) Den tredje delen ser på generelle funn fra spørreundersøkelsen. Dette gjøres ved å studere sammenhengen mellom ulike variabler. Dette delkapitlet bygger på kvantitative data. Formålet er å gi en oversikt over resultatene fra spørreundersøkelsen som gjør det enklere å drøfte forskningsspørsmål og problemstilling senere i forskningsprosjektet.
- 4) Den fjerde og siste delen bygger på kvalitative data, og tar for seg resultater fra intervjuene. Hensikten med denne delen er å gi en oversikt over resultatene fra intervjuene, utsagn og meninger som kan knyttes til forskningsspørsmål og problemstilling.

4.1 Ustrukturert observasjon og gruppeintervju

Under den ustrukturerte observasjonen observerte jeg familier, par og enkeltpersoner underveis i deres besøk i elektrisitetsutstillingen. Det så ut som folk koste seg og hadde det gøy mens de gikk fra modell til modell. Noen modeller ble hyppig besøkt, mens andre modeller nesten ikke var synlige, og forsvant litt i mengden av modeller. Enkelte besøkende påpekte at modellene var gamle og slitte, mens andre ikke fungerte slik de skulle.

De besøkende som kom i par samarbeidet og diskuterte så smått rundt noen modeller, men gikk raskt videre til en ny modell. Familier som oppsøkte modellene lot utelukkende de yngste få leke med og manipulere modellene. Det virket som foreldrene ga minimalt med instruksjoner til barna, med unntak av utsagn som: ”Se hva som skjer hvis du trykker på denne knappen”. Til tross for tilgjengelige forklaringsark med utfyllende informasjon og faglige forklaringer til modellene gikk familiene ofte videre til neste modell uten å drøfte noe rundt de faglige fenomenene.

Det viste seg tydelig å være et skille mellom første og andre etasje. Den største delen av de jeg observerte og snakket med oppholdte seg i første etasje under hele sitt besøk.

Etter hvert slo det meg at besøkendes tidsbruk per modell var ganske lav, og at de heller ville se på mange modeller enn å fordype seg i en eller to. Alt i alt virket det som mengden med tid brukt i elektrisitetsutstillingen totalt sett var ganske liten. Dette gjorde meg nysgjerrig, og den ustrukturerte observasjonen gikk gradvis over til å bli ustrukturerte gruppeintervju eller samtaler med besøkende i elektrisitetsutstillingen. På spørsmål om hvordan besøkende selv opplever elektrisitetsutstillingen ble det uttalt:

- *Modellene er litt artige, men litt kjedelige og vanskelige. Den ene så jeg ikke poenget med og den var altfor vanskelig å forstå. Da gikk jeg bare videre.*
- *Det er gøy å se at du får et resultat når du gjør noe, men det må komme med en gang, ellers blir man utålmodig (vedlegg 10).*

Mange gir uttrykk for at de ikke har anelse hva de driver med. For mange besøkende virker elektrisitetlæren å være noe abstrakt og ubegripelig, og vanskelig å forstå. Flere av de observerte (og de som deltok i samtalene) arbeider med modellene uten å vite hva som egentlig foregår, eller hva poenget med modellen er. En forklarer det slik: ”jeg begynte bare å snurre på induksjons-modellen. Det var litt gøy, men jeg vet ikke helt hva den gjør”. Til tross for dette er besøkende nokså positive til modellene, og sier det er gøy å prøve på noe helt selv. Spesielt barn i fra barneskolen var veldig positive til utstillingen. Modellene var ”kule og morsomme” og det var ”gøy å få herje litt som vi vil”. Det viktigste for denne aldersgruppen virker ikke å være å forstå hva som skjer, men å ha det morsomt og leke med modellene. Kanskje kan modellene gi de en form for mestringsfølelse de kan ta med seg videre.

Under en av samtalene inne i elektrisitetsutstillingen registrerte jeg en større gruppe besøkende som passerte forbi på utsiden og gikk videre innover i Vitensenteret. Det slo meg

at mange besøkende fortsetter heller innover på Vitensenteret enn å besøke elektrisitetsutstillingen, og at det ikke virket å være veldig populært blant besøkende. Spørsmålet var om dette var et engangstilfelle eller en tydelig tendens. Dette la noe av grunnlaget for den strukturerte observasjonen.

4.2 Strukturert observasjon

Den strukturerte observasjonen tok for seg antall besøkende som faktisk besøker elektrisitetsutstillingen. I tillegg ble det fokusert på hvor stor andel av de som går inn i utstillingen som også går opp i andre etasje. Under observasjonen sto jeg delvis gjemt bak en dør på den andre siden av gangen. Observasjonen ble gjennomført mellom klokken 11.45-13.00 på en lørdag i begynnelsen av oktober i 2014.

Det ble lagt noen kriterier for hvordan de ulike handlingene skulle defineres. For å skille mellom de ulike handlingene ble det tidlig fastslått at de som:

- *Gikk inn i elektrisitetsutstillingen* var de som tydelig besøkte rommet, mer enn fem sekunder
- *Ikke gikk inn i elektrisitetsutstillingen* var de som ikke satte sin fot innenfor rommet, eller var der mindre enn fem sekunder
- *Gikk opp i 2.etasje* var de som satte sin fot på øverste trappetrinn

Tabell 1: Hvor mange besøker elektrisitetsutstillingen

	Totalt	Inn i el-rommet	Ikke inn i el-rommet
Antall observerte besøkende	113	73	40
Prosent	100%	64,60 %	35,40 %

Tabell 2: Besøkendes ferdsel i elektrisitetsutstillingen

	1.etasje	2.etasje
Antall observerte i el-rommet	73	34
Prosent	100 %	46,60 %

Den strukturerte observasjonen viser at mange av de som besøker Vitensenteret ikke går innom elektrisitetsutstillingen (tabell 1). Totalt besøkes elektrisitetsutstillingen av ca. 65% av de som besøker Vitensenteret, mens ca. 35% - eller omtrent en av tre *ikke* går innom elektrisitetsutstillingen. Av de som kommer inn i utstillingen går enda færre opp i andre etasje (tabell 2). Totalt besøkes andre etasje av ca. 47% av de som går inn i elektrisitetsutstillingen. Det er mindre enn halvparten av de som går inn i utstillingen. Når vi ser disse tabellene i sammenheng, ser vi at av totalt 113 observerte besøkende, går 34 av disse opp til andre etasje i elektrisitetsutstillingen. Det betyr at 30,1%, eller tre av ti besøkende på Vitensenteret går opp trappa i utstillingen og får sett modellene i andre etasje.

Under observasjonen oppdaget jeg en stor ansamling besøkende like utenfor elektrisitetsutstillingen. Disse lot seg fascinere av en annen modell hvor man kan se seg selv på en storskjerm som anslår humør og alder på besøkende. Modellen er plassert like utenfor elektrisitetsutstillingen og storskjermen kan man se på lang avstand. Dette virker å fange interessen og fokuset til besøkende. Flere av de observerte overså alle andre modeller de passerte på vei mot storskjermen. Når de har undersøkt storskjermen fortsetter mange innover i Vitensenteret, og overser elektrisitetsutstillingen.

4.3 Spørreundersøkelse

Så langt i resultat- og analysedelen har vi sett på hva som har dannet grunnlaget for forskningsprosessen. I dette kapitlet presenteres resultatene fra spørreundersøkelsen, og dermed de kvantitative dataene fra forskningen. Det første delkapitlet vil ta for seg utvalget blant respondentene, mens de resterende delkapitlene ser på andre elementer fra spørreskjemaet.

4.3.1 Utvalget med tanke på alder og kjønn

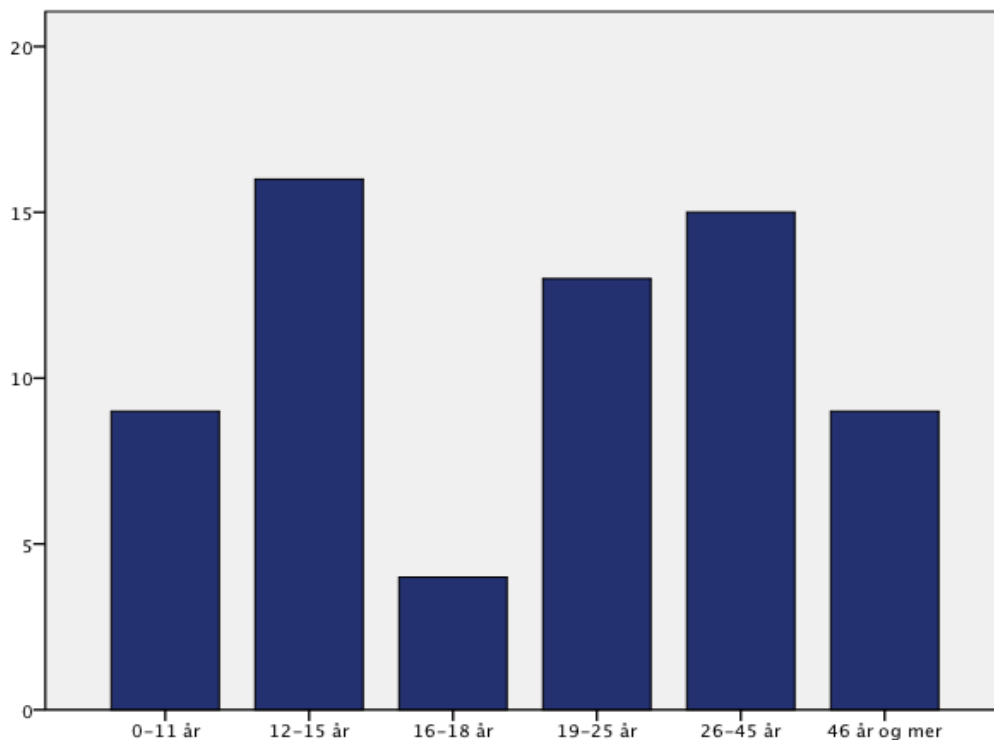
Gjennomføringen av spørreundersøkelsen fant som tidligere nevnt sted i helgene i november og desember. Utvalget ble dermed begrenset til personer som opptrådte enkeltvis, parvis eller i små grupper. Større skoleklasser inngår ikke i utvalget i denne undersøkelsen. Hadde undersøkelsen blitt gjennomført i en ukedag ville andelen skoleklasser vært betydelig.

For å gjøre det mer oversiktlig når jeg skal se sammenhenger og trekke tråder, deles respondentene inn i aldersgrupper. Gruppene deles i tidlig barneskole (opp til 11 år),

mellomtrinn/ungdomsskole (12-15 år), videregående skole (16-18 år), studenter (19-25 år), unge voksne (26-45 år) og eldre voksne (46 år og oppover). De yngste grunnskoleelevene skiller seg fra mellomtrinnet fordi det er her elektrisitet kommer inn som kompetansemål i læreplanen i naturfag. Elevens erfaringer med elektrisitet før undervisningen på skolen kan anses som minimal, og det er derfor interessant å se på forskjeller mellom tidlig barneskole og mellomtrinn/ungdomsskole. Elever i videregående skole skal kunne alle kompetansemål fra grunnskolen, og denne gruppen utgjør barn fra 16-18 år. Videre skal studenter i utgangspunktet ha oppnådd kompetansemålene fra videregående, og ble plassert i gruppen 19-25 år. Det argumenteres videre for å skille mellom unge og eldre voksne fordi unge voksne stort sett var sammen med barn i utstillingen. De unge voksne var i større grad tilskuere til å andre arbeidet med modellene. Gruppen av de eldre voksne arbeidet i større grad alene med modellene, mens barn og barnebarn var i aktivitet selv.

Dette er *en* måte å dele inn aldersgruppene blant respondentene. En annen aldersfordeling ville gitt forskningsprosjektet en helt annen karakter. Det ville vært interessant å koble alder og yrkesretning inn mot dette i en senere studie. Hvilke erfaringer respondentene har med elektrisitet vil variere fra person til person. Dette er med andre ord ingen fasit hva gjelder aldersgrupperinger. Poenget er å belyse ulike sider av forskningsspørsmålene og problemstillingen og knytte disse til aldersgruppene som omtalt foran.

Diagram 1: Aldersgrupper

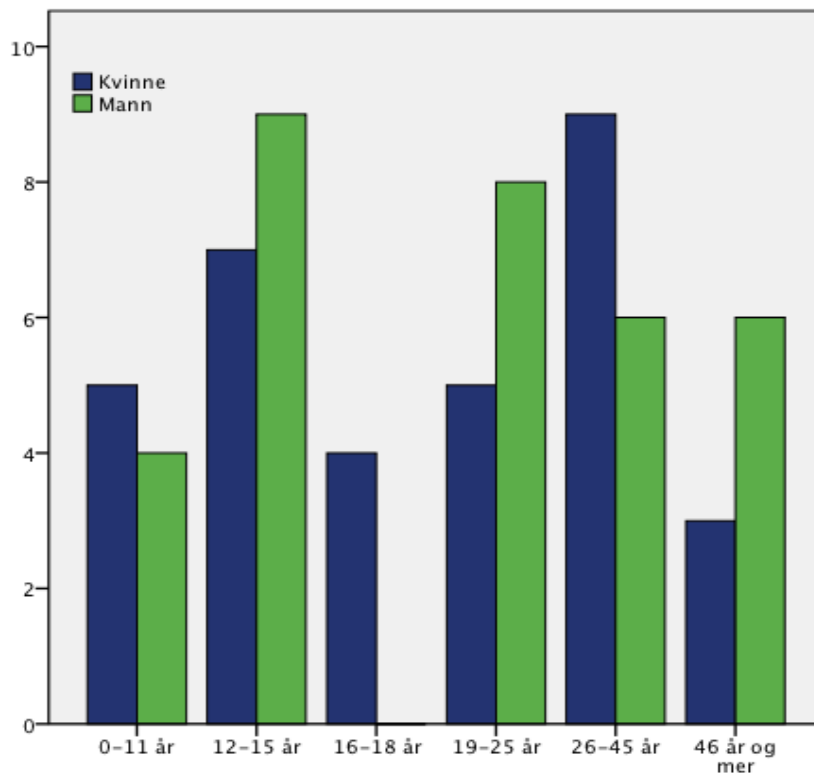


Diagramsbeskrivelse: x-aksen viser de ulike aldersgruppene, mens y-aksen viser antall personer.

Som resultatene viser er gruppene 12-15 år (mellomtrinn/ungdomsskole), 26-45 år (unge voksne) og 19-25 år (studenter) de største gruppene i spørreundersøkelsen. Resultatene viser også at gruppen 16-18 år (videregående skole) er den minste gruppen i spørreundersøkelsen.

Underveis i spørreundersøkelsen var jeg bevisst på å ha like mange respondenter fra hvert kjønn. Totalt var det 66 respondenter, hvorav 33 menn og 33 kvinner. Alderen på respondentene er vanskelig å bedømme på den korte tiden fra de kom ut fra elektrisitetsutstillingen til jeg presenterte dem for spørreundersøkelsen. Under følger derfor et diagram over aldersgruppene fordelt på kjønn.

Diagram 2: Aldersgrupper og kjønnsfordeling



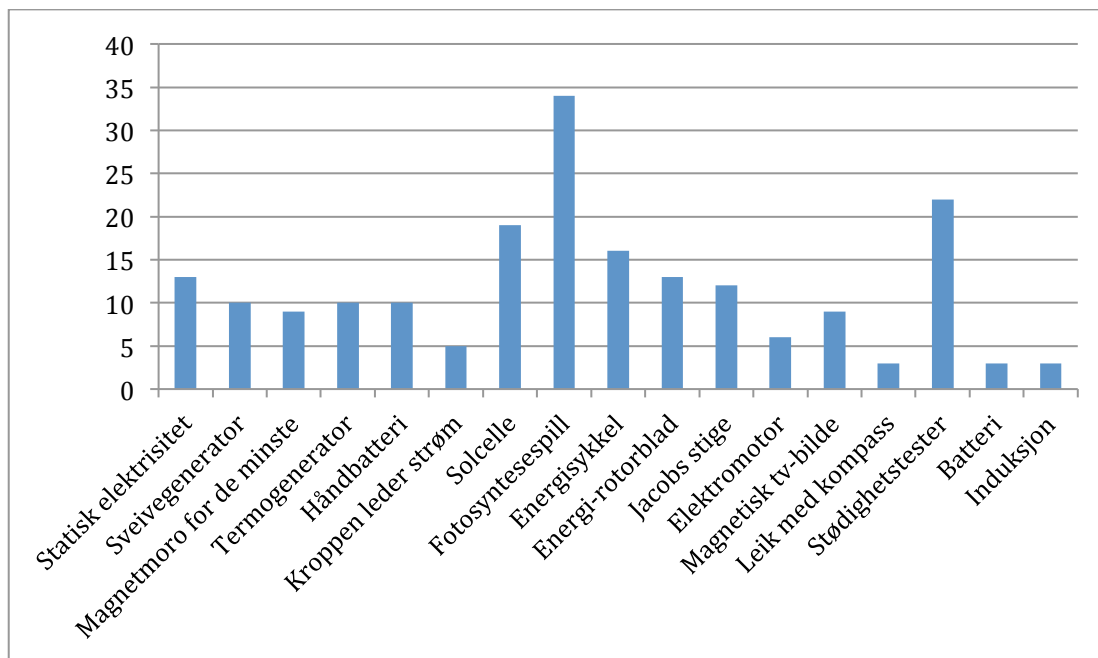
Diagrambeskrivelse: x-aksen viser aldersgrupper fordelt på kjønn, y-aksen viser antall personer.

Resultatene viser at både blant gruppene 12-15 år (mellomtrinn/ungdomsskole), 19-25 år (studenter) og 46 år og mer (eldre voksne) er menn hyppigst representert i spørreundersøkelsen. Kvinner er representert i større grad enn menn i gruppene 0-11 år (tidlig barneskole), 16-18 år (videregående skole) og i 26-45 år (unge voksne). Det er verdt å merke seg fraværet av menn i aldersgruppen 16-18 år (videregående skole).

4.3.2 Attraktive elementer fra utstillingen

For at besøkende skal oppleve og kunne arbeide med modellene på elektrisitetsutstillingen må de aller først oppdage, og tiltrekkes av modellen. Modellens tiltrekningskraft er derfor en avgjørende faktor for hvor ofte modellen besøkes i løpet av en dag. Hvilke egenskaper modellene innehar for at besøkende skal oppfatte dem som attraktive er en annen faktor. I tillegg vil modeller som utmerket seg blant respondentene kunne gi et inntrykk av hvilke modeller som oftest besøkes i utstillingen. En kort beskrivelse av modellene i elektrisitetsutstillingen finnes i vedlegg 3.

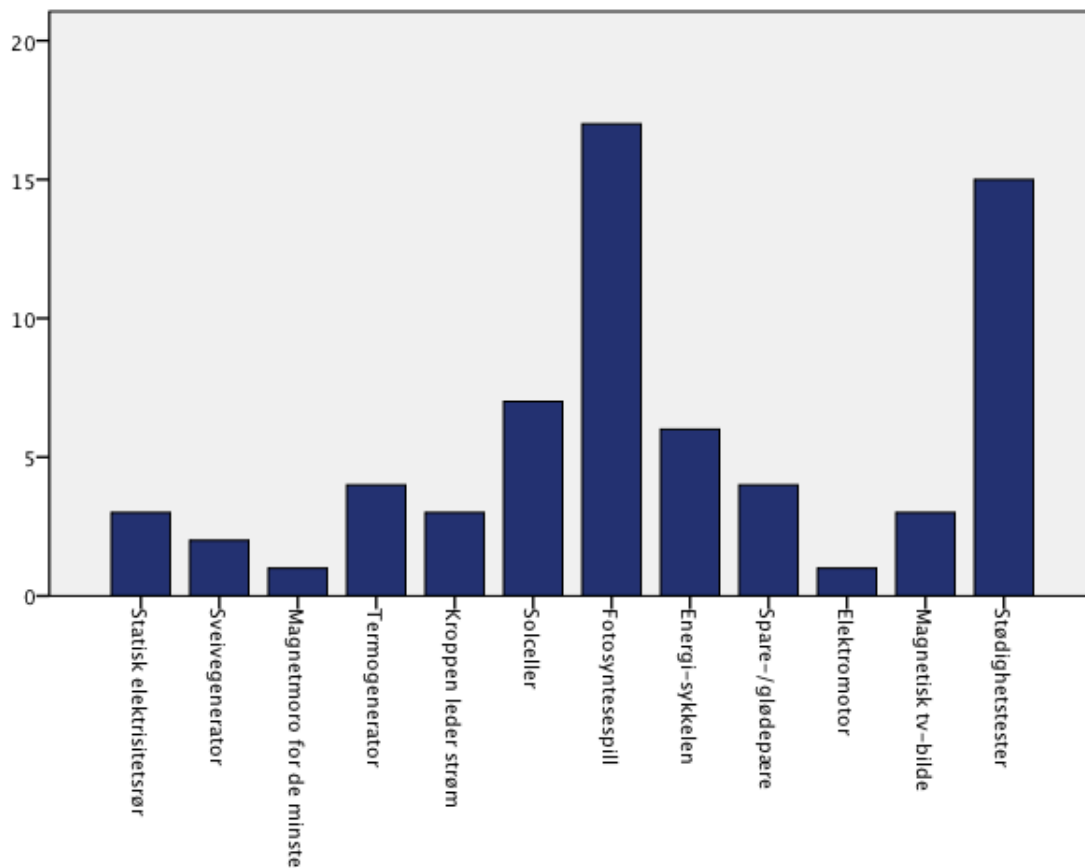
Diagram 3: Modeller som utmerket seg på en positiv måte



Diagramsbeskrivelse: Respondentene skulle krysse av for de modellene som utmerket seg på en positiv måte. Det ble ikke satt noen begrensninger på antall modeller den enkelte respondent kunne krysse av. X-aksen viser hvilke modeller som finnes i utstillingen, y-aksen viser antall personer.

Resultatene viser at det er Fotosyntesespillet og Stødighetstesteren som utmerket seg positivt flest ganger. Av totalt 66 respondenter har over halvparten nevnt Fotosyntesespillet som en av modellene som utmerker seg positivt. Et stykke bak kommer Solcellepanelet og Energisykkelen. Foruten Stødighetstesteren er alle modellene i andre etasje (Elektromotor-, Magnetisk tv-bilde-, Leik med kompass-, Batteri- og Induksjonsmodellen) blant de modellene som utmerket seg færrest ganger på en positiv måte. Dette viser at de to modellene som utmerket seg flest ganger er de to modellene som har liten eller ingen direkte tilknytning til elektrisitetens læren.

Diagram 4: Hvilken modell utmerket seg aller mest

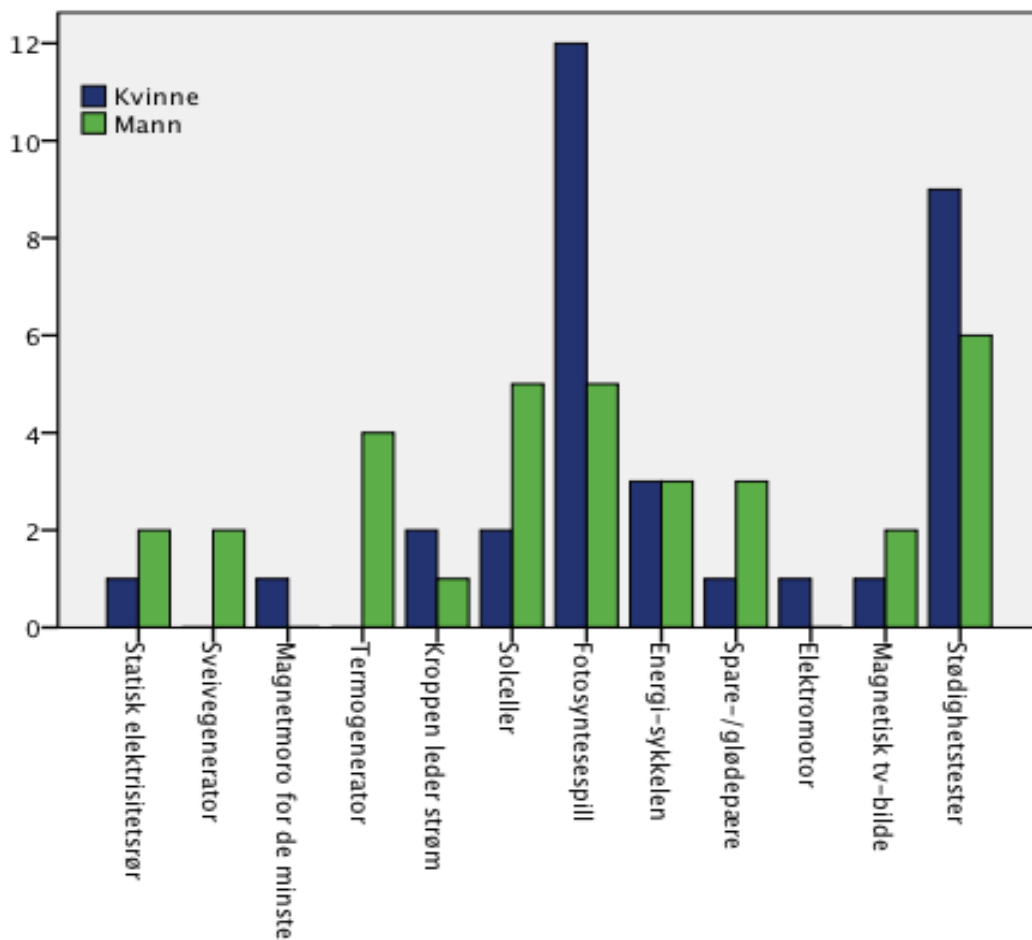


Diagramsbeskrivelse: Respondentene skulle velge én modell som utmerket seg aller mest. X-aksen viser de modellene som utmerker seg aller mest blant respondentene, y-aksen viser antall personer.

Resultatet viser at Fotosyntesepillet og Stødighetstesteren utmerker seg aller mest av modellene i elektrisitetsutstillingen. Dette er modeller hvor besøkende kan gjøre mye selv.

Verdt å merke seg er de fem modellene som *ikke* er representert i dette diagrammet; Håndbatteri, Jacobs stige, Leik med kompass, Batteri og Induksjon. Av de 66 respondentene var det ingen som nevnte disse modellene som den som utmerket seg aller mest.

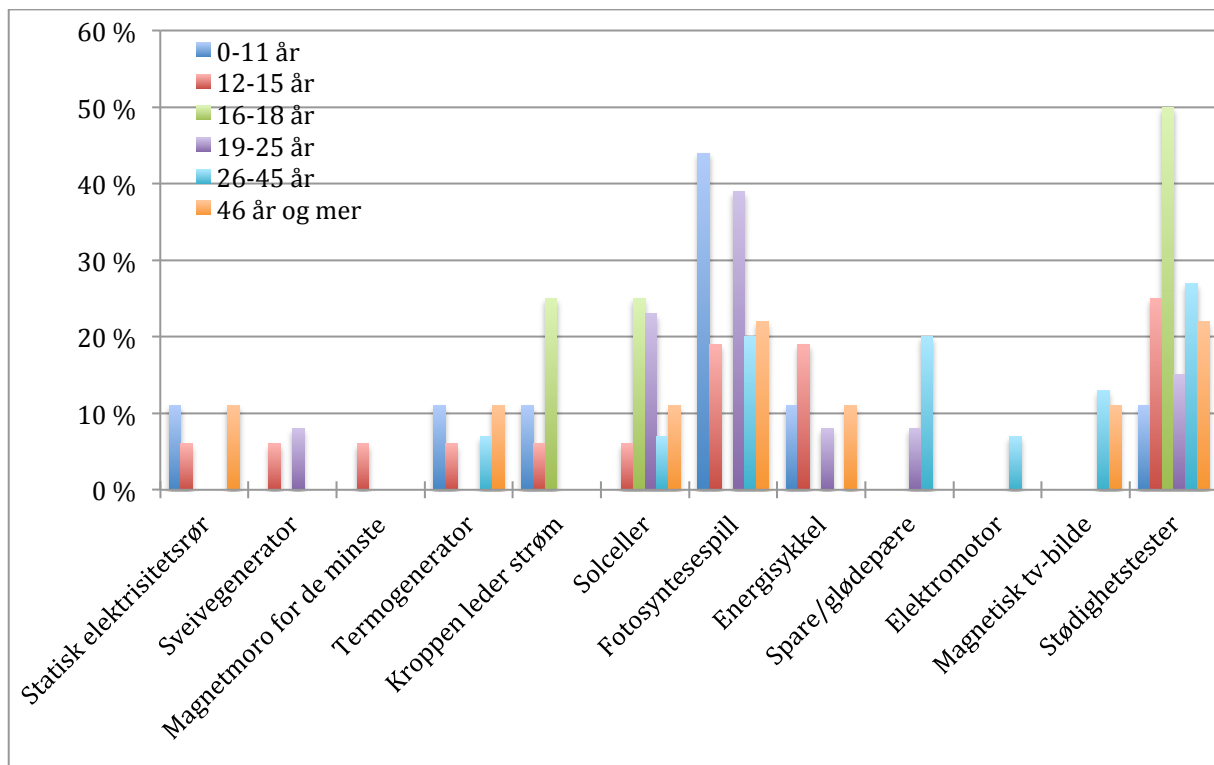
Diagram 5: Hvilken modell utmerket seg aller mest og kjønnsfordeling



Diagramsbeskrivelse: X-aksen viser hvilke modeller som utmerket seg aller mest fordelt på kjønn, y-aksen viser antall personer.

Resultatet viser at av de som mener Fotosyntesespillet og Stødighetstesteren utmerker seg aller mest er andelen av kvinner merkbart større enn andelen menn. Disse modellene baseres i hovedsak på spill og moro. Kvinner mener Magnetmoro for de minste og Elektromotor utmerker seg aller minst, representert med en kvinne per modell. Ingen menn anser disse modellene som den som utmerker seg aller mest. Andre betraktninger av resultatene viser at det kun er menn som mener Termogenerator og Sveivegenerator utmerker seg aller mest. Videre mener flere menn enn kvinner at både Solcellemodellen og Spare-/glødepæremodellen utmerker seg aller mest.

Diagram 6: Hvilken modell utmerket seg aller mest og aldersgrupper

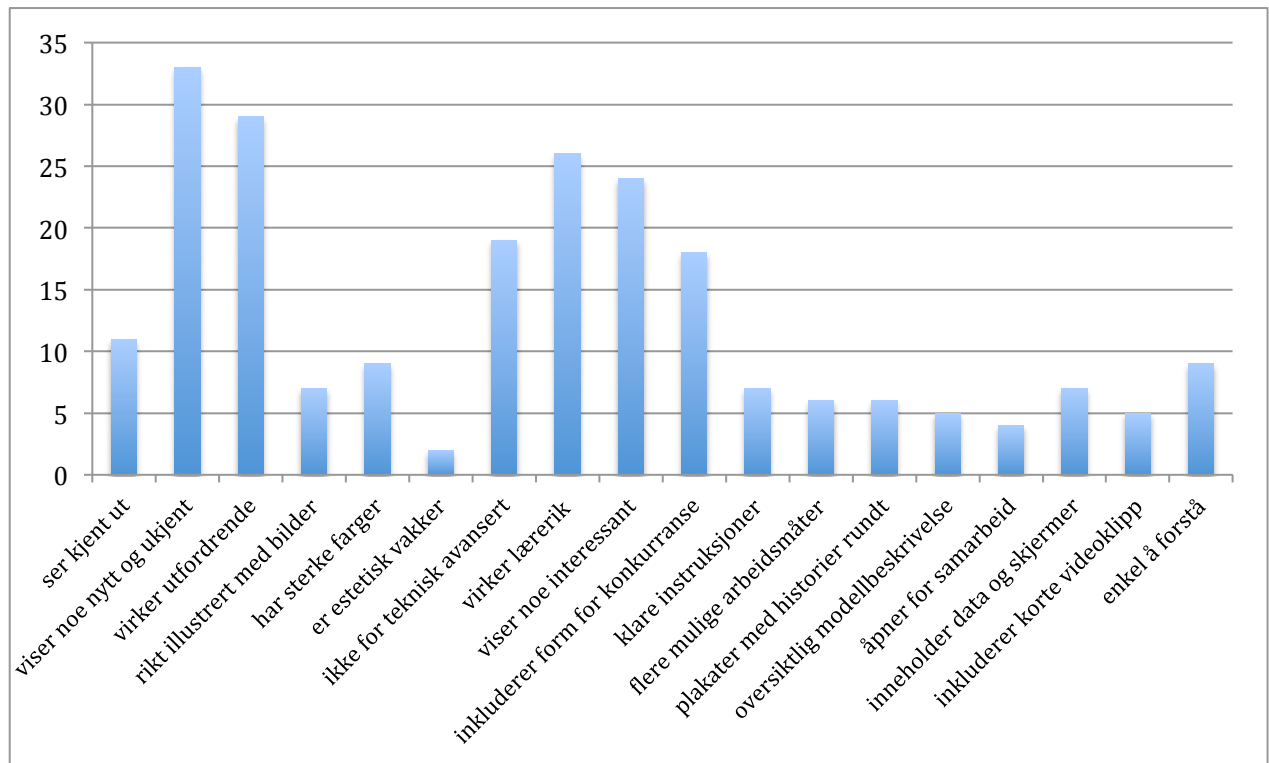


Diagrambeskrivelse: X-aksen viser hvilke modeller som utmerket seg aller mest fordelt på aldersgrupper, y-aksen viser besvarelsene prosentvis per aldersgruppe.

Av gruppen 0-11 år svarer over 43% at Fotosyntesespillet er den modellen som utmerker seg aller mest, mens 39% av de mellom 19-25 år svarer det samme. Blant de mellom 12-15 år er det Stødighetstesteren, Fotosyntesespillet og Energisykkelen som skiller seg ut. Av unge voksne mellom 26-45 år er det Stødighetstesteren, Spare-/glødepære-modellen og Fotosyntesespillet som er de tre modellene som utmerker seg mest. Verdt å bemerke er antallet respondenter i gruppen 16-18 år på fire personer, hvor 50% av disse nevner Stødighetstesteren i denne sammenheng. En interessant betraktning er andelen unge voksne mellom 26-45 år som mener Spare-/glødepære-modellen utmerker seg aller mest. Disse kan ha fått en aha-opplevelse, og fått sett den markante forskjellen på hvor mye energi en glødepære behøver i forhold til en sparepære. Videre viser resultatene at den gruppen som er minst samstemte over hvilken modell som utmerker seg aller mest er gruppen 12-15 år. Dette kan også være gruppen som besøker flest modeller i utstillingen, og resultatet innad i denne gruppen kan variere i større grad enn andre aldersgrupper. På modellen Magnetisk tv-bilde som består av en gammel kasse-tv og en stor magnet, er det de to eldste aldersgruppene som skiller seg ut. Av de respondentene under 26 år har de fleste erfaringer med flatskjermer, og kjenner ikke til kasse-tven på samme måte som de to eldste aldersgruppene.

Bemerkelsesverdig har ingen av de som er yngre enn 26 år nevnt denne modellen som den som utmerket seg aller mest.

Diagram 7: Hvilke egenskaper ved modellene gjør at besøkende oppsøker de

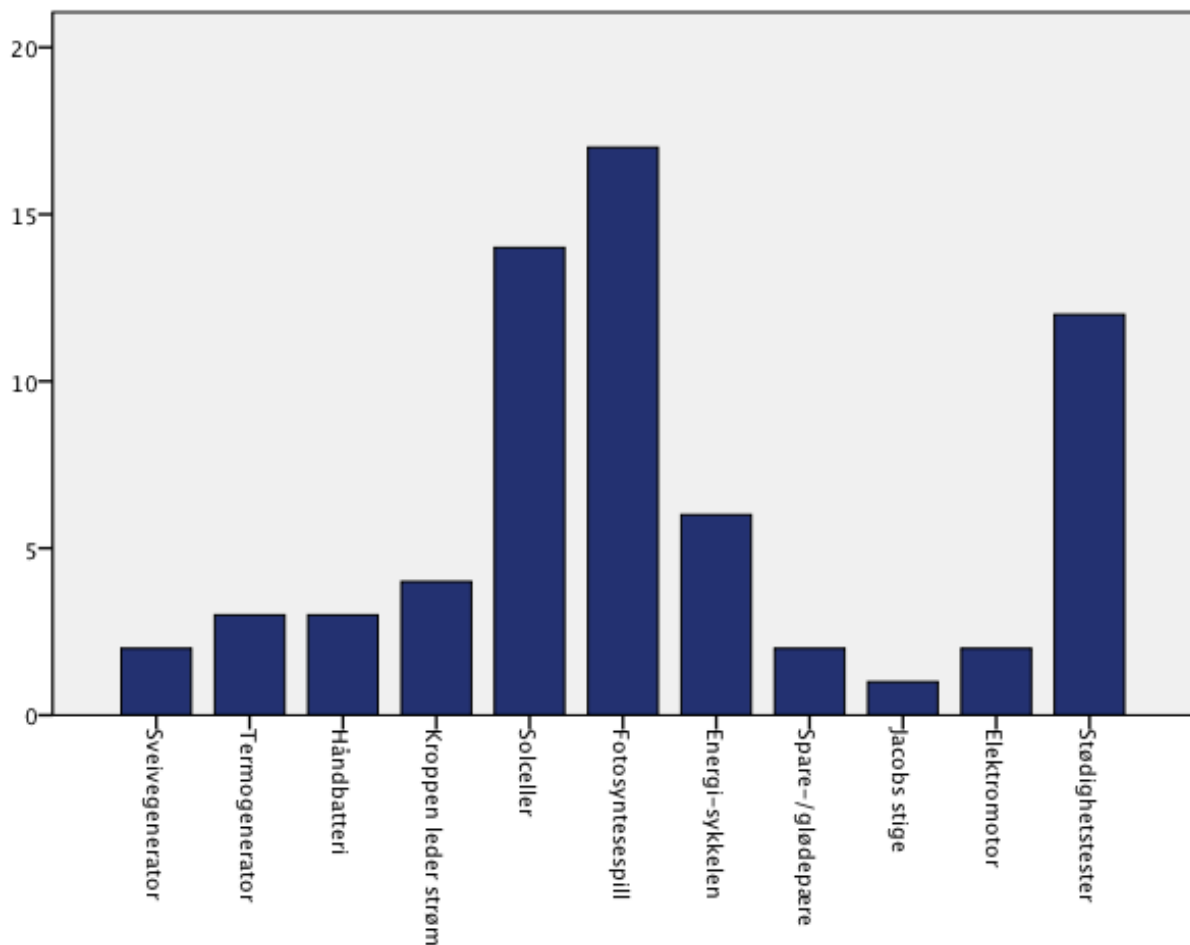


Diagramsbeskrivelse: Respondentene skulle velge inntil fire av egenskapene på x-aksen de vurderer som viktigst ved en modell for at de skal oppsøke den. Y-aksen viser antall personer.

Resultatene viser at besøkende mener modellen må vise noe nytt og ukjent, være utfordrende og lærerik for at de skal oppsøke den. I tillegg må den virke interessant, men ikke for teknisk avansert, og gjerne inkludere en form for konkurranse. Ut fra dette ser man at besøkende heller oppsøker en modell som viser noe nytt og ukjent fremfor å gå til en modell som ser kjent ut. Resultatene viser også at besøkende ikke er så opptatt av verken modellens estetikk eller omstendighetene den befinner seg i. Besøkende ønsker å gruble litt på modellen, og komme frem til noe de kan lære av. Resultatene viser også at besøkende mener modellen ikke bør være for teknisk avansert, men veldig få svarer at den skal være enkel å forstå.

4.3.3 Utforskende elementer fra utstillingen

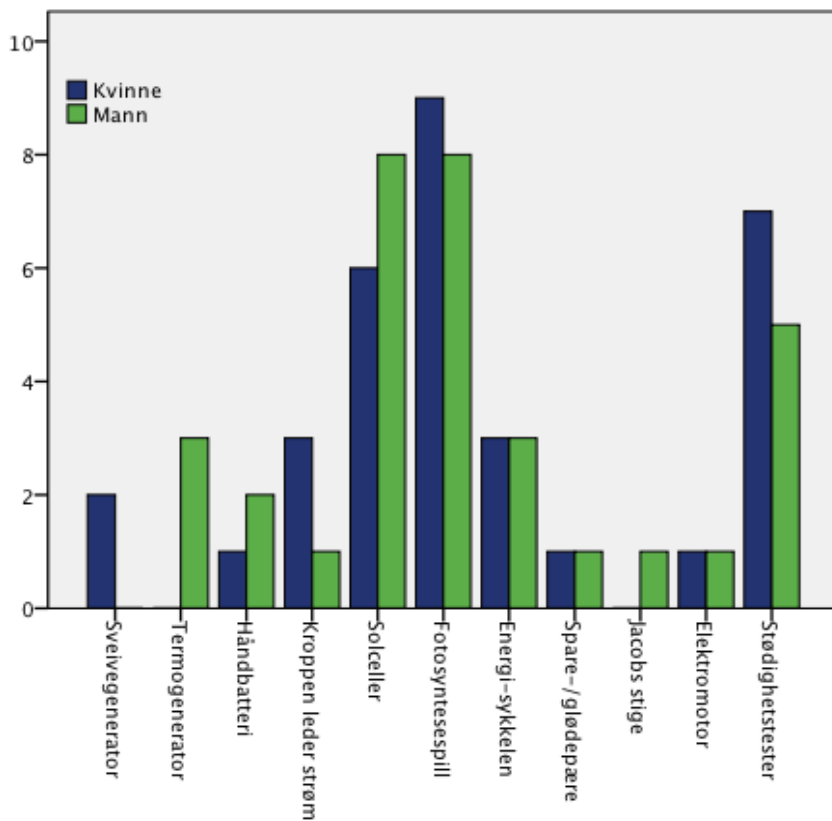
Diagram 8: Hvilken modell ble utforsket grundigst



Diagramsbeskrivelse: Respondentene skulle krysse av hvilken modell de selv følte de utforsket grundigst, det vil si mest, i utstillingen. Derfor ble det satt begrensning til én modell, men hva det ville si å utforske var opp til den enkelte respondenten. X-aksen viser modellene respondentene utforsket grundigst, y-aksen viser antall personer.

Resultatene viser at Fotosyntesespillet, Stødighetstesteren og Solcellemodellen er de tre modellene respondentene utforsket grundigst. Resultatet viser også hvilke modeller som ikke nevnes i denne sammenhengen. Ingen av de 66 respondentene utforsket Statisk elektrisitetsrør, Magnetmoro for de minste, Magnetisk tv-bilde, Batterimodellen eller Induksjonsmodellen grundigst. De tre modellene Sveivegenerator, Energisykkelen og Spare-/glødepære viser i prinsippet det samme fenomenet. Likevel er det flere personer som er enige i at Energisykkelen er den man kan utforske grundigst av de tre.

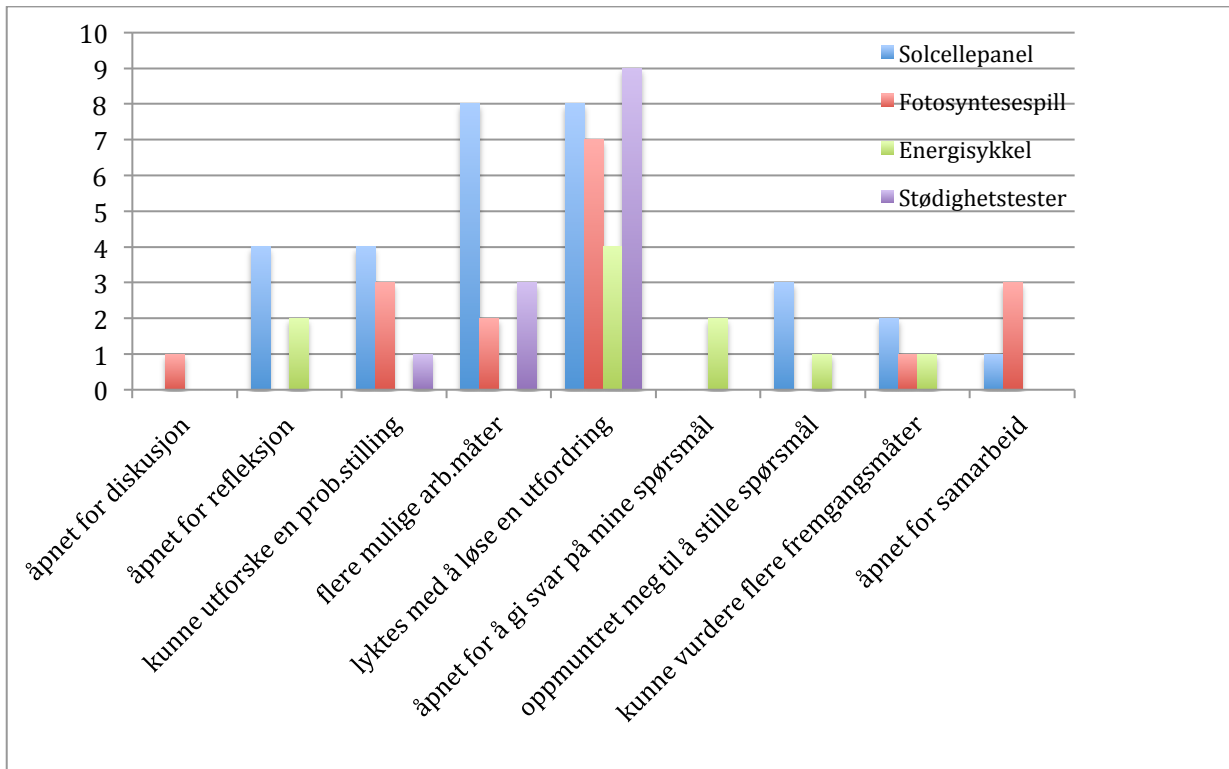
Diagram 9: Hvilken modell ble utforsket grundigst og kjønnsfordeling



Diagramsbeskrivelse: X-aksen viser hvilke modeller som ble utforsket grundigst i forhold til kjønn, y-aksen viser antall personer.

Flere kvinner enn menn utforsker Fotosyntesemodellen og Stødighetstester grundigst av alle modellene på elektrisitetsutstillingen. I tillegg er det en større andel kvinner enn menn som nevner at de utforsket Kroppen leder strøm grundigst. Resultatet viser at flere menn enn kvinner utforsker Solcellemodellen grundigst. Jacobs stige og Termogenerator representeres kun av menn. Disse to modellene viser fenomener som kan fascinere besøkende, og krever at man leser forklaringsarkene når de skal utforskes nærmere. Modellene hvor kvinner er hyppigere representert enn menn; Stødighetstesteren, Fotosyntesespill og Sveivegenerator, er modeller man utfører en form for arbeid på. Her trenger man ikke nødvendigvis lese forklaringsark for å forstå fenomenene. Ellers kan man se at kvinner virker å synes at modellene i elektrisitetsutstillingen skal være gøyale, mens menn liker å fikle med ledninger og lese noe teori.

Diagram 10: Hvordan kan noen modeller utforskes så grundig



Diagrambeskrivelse: Her er det plukket ut de fire modellene fra diagram 8 som utforskes grundigst av flest personer. Videre er det sett på hvorfor respondentene utforsket disse modellene grundigst. X-aksen viser hvilke årsaker det er til at modellene er utforsket grundigst, y-aksen viser antall personer.

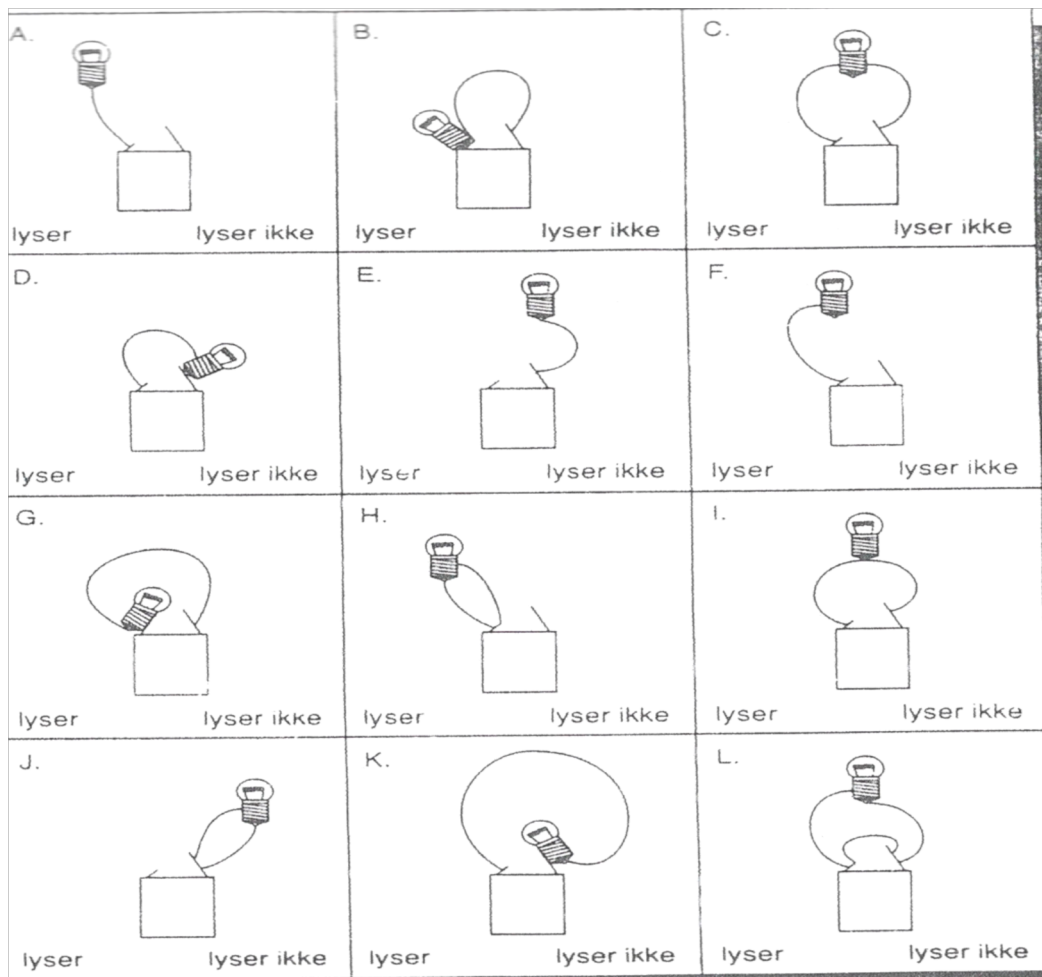
Mange av respondentene begrunner deres tilstedeværelse på de fire modellene med at de lyktes å løse en utfordring. Det kan blant annet være å koble ledninger på Solcellemodellen, samle tilstrekkelig med gjenstander for å oppnå fotosyntese, trække nok watt på Energisykkelen, eller å komme trygt gjennom løypa på Stødighetstesteren. De som utforsket Solcellemodellen grundigst legger også til at den hadde flere mulige arbeidsmåter, de kunne utforske en problemstilling og modellen åpnet for refleksjon. Underveis da de utforsket Solcellemodellen ble de også oppmuntret til å stille spørsmål. De som utforsket Fotosyntesespillet grundigst argumenterer for at den åpnet for samarbeid og at man kunne utforske en problemstilling. At modellen åpnet for samarbeid ble oftest knyttet til Fotosyntesemodellen. Energisykkelen begrunnes med at den åpnet for noe refleksjon, og for å gi svar på spørsmål respondentene hadde. Energisykkelen er den eneste modellen som åpner for å gi svar på spørsmål, i følge disse resultatene. Som nevnt tidligere argumenteres det for at respondentene lyktes med å løse en utfordring når de utforsker Stødighetstesteren. I tillegg åpner den for flere mulige arbeidsmåter, men færre nevner dette enn av de som utforsket Solcellemodellen grundigst. Verdt å merke seg er at en modell som åpner for diskusjon ikke

er ensbetydende med at modellen utforskes grundigst av alle modellene på elektrisitetsutstillingen. Kun én person nevner at en av de fire modellene åpnet for diskusjon.

4.3.4 Avkryssningsskjema med elektriske kretser

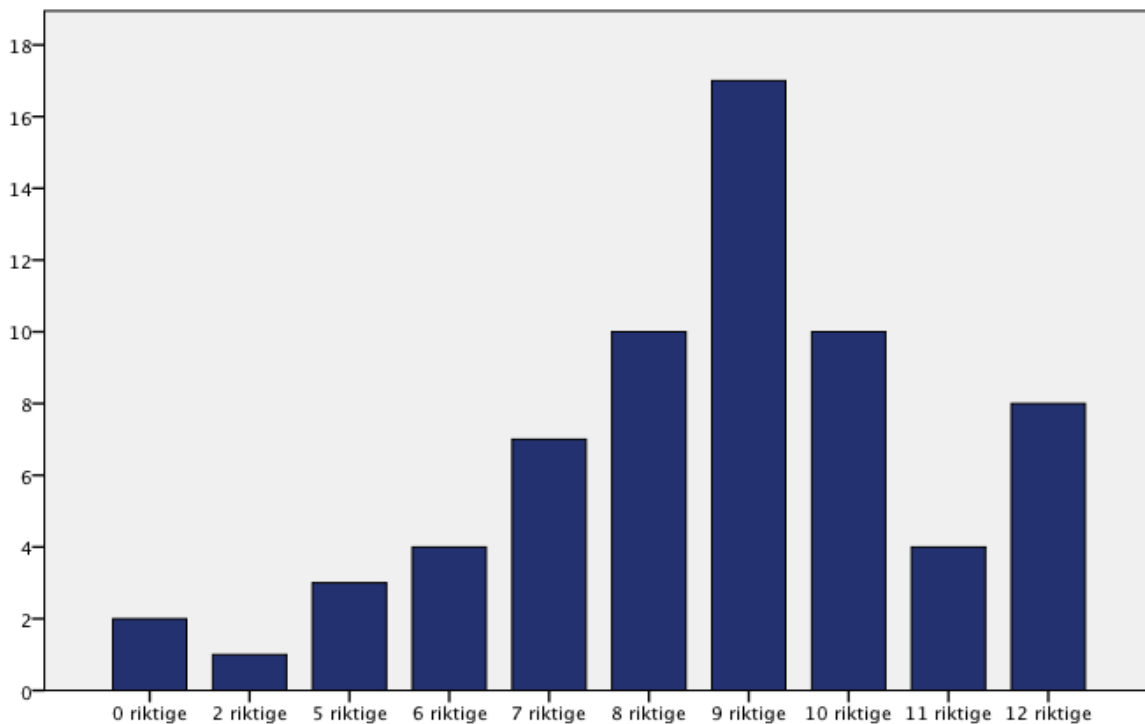
Respondentene fikk i oppgave å avgjøre om den elektriske kretsen på skjemaet ville lyse eller ikke lyse. Her fikk respondentene ingen hjelpemidler, og måtte stole på sin egen kunnskap om og forståelse av elektrisitetslæren. Skjemaet presenteres i denne delen av forskningsrapporten for å gjøre lesingen mer oversiktlig.

Figur 3: Oversikt over avkryssningsskjema med elektriske kretser



Skjemaet er hentet fra en av testoppgavene i *Fysikk i naturfaget: et fjernundervisningsopplegg med didaktisk refleksjon* (Angell, Haugan & Isnes, 1992).

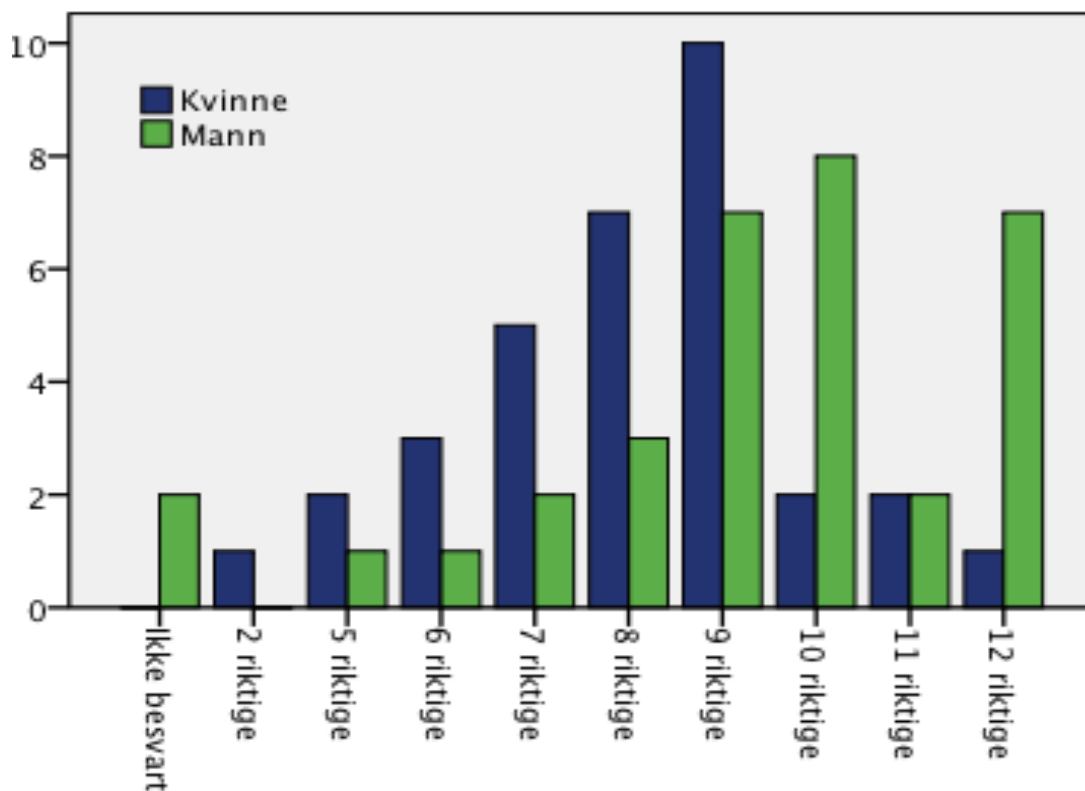
Diagram 11: Antall riktige svar på avkryssningsskjema



Diagrambeskrivelse: X-aksen viser antall riktige svar på avkryssningsskjema med elektriske kretser, y-aksen viser antall personer.

Av ukjent grunn var det tre personer som ikke fullførte avkryssningen av de elektriske kretsene. Fra starten av valgte jeg å si at *ikke besvart* var *ikke rett svar*. Dette resulterte i at to respondenter fikk 0 riktige svar, mens den siste fikk 2 riktige. Hvorfor disse tre personene har valgt å ikke krysse av avkryssningsskjemaet med de elektriske kretsene er usikkert, og kan skyldes flere årsaker. På tross av denne usikkerheten har jeg valgt å ta disse tre respondentenes svar med i resultatdelen. En mulig forklaring på hvorfor de ikke besvarte skjemaet kan rett og slett være at de var usikre på hva som var rett og galt. Av de resterende 63 respondentene krysset alle av hele avkryssningsskjemaet med elektriske kretser. Et interessant resultat er at flere respondenter har 12 riktige svar enn de som har fått 11 riktige. For videre drøfting se kapittel 5.4.2.

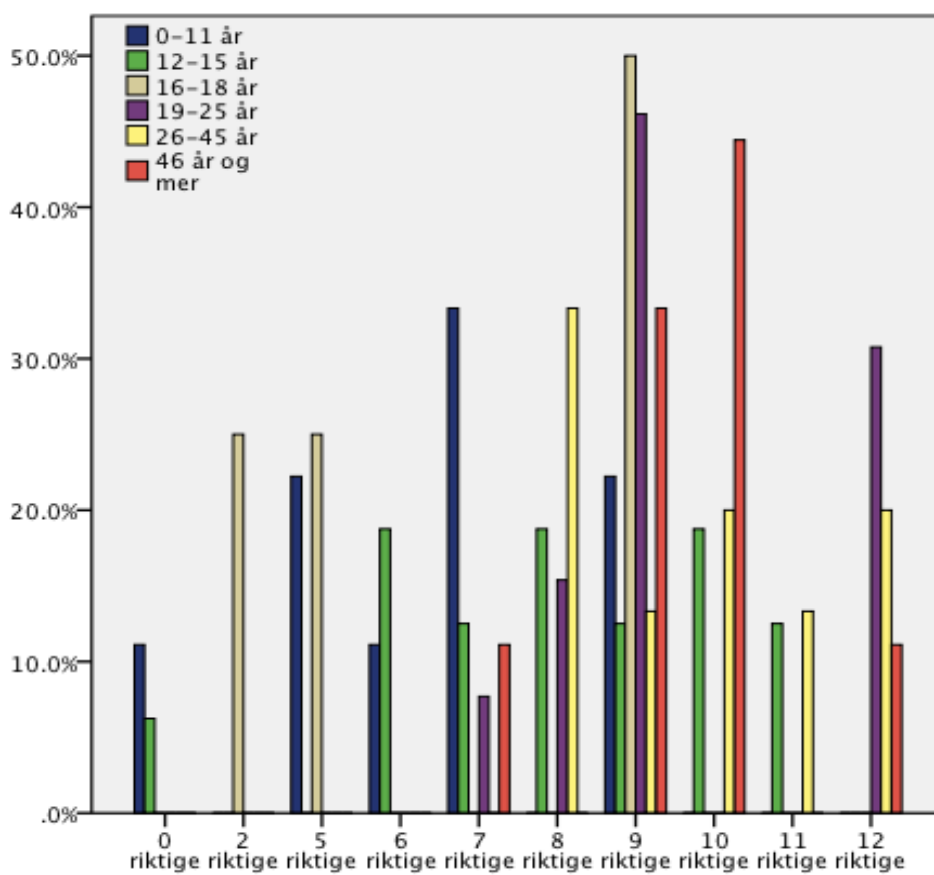
Diagram 12: Antall riktige svar på avkryssningsskjema og kjønnsfordeling



Diagrambeskrivelse: X-aksen viser antall riktige svar på avkryssningsskjema med elektriske kretser i forhold til kjønn, y-aksen viser antall personer.

Av de som fikk 0 riktige er begge menn. Diagrammet viser oss at det er flere kvinner enn menn som har henholdsvis 5, 6, 7, 8 og 9 riktige svar. Antallet kvinner i hver søyle øker gradvis frem til 9 riktig. Den tilsvarende sammenhengen for menn viser oss en liten samlet økning fra 5 til 8 riktige, mens det derfra gjør et betydelig hopp opp til 9 og 10 riktige. Ti respondenter fikk 10 riktige svar. Åtte av disse er menn, mens to er kvinner. Av de respondentene som fikk 12 riktige svar finner vi syv menn og en kvinne. Antall kvinner med 10-12 riktige er fem, mens antall menn er 17.

Diagram 13: Antall riktige svar på avkryssningsskjema og aldersgrupper



Diagrambeskrivelse: X-aksen viser antall riktige svar på avkryssningsskjema med elektriske kretser i forhold til aldersgrupper. Y-aksen viser besvarelsene prosentvis per aldersgruppe.

Resultatene viser at de respondentene med 0 riktige svar er blant de to yngste aldersgruppene.

De mellom 16-18 år er som tidligere nevnt en mindre gruppe på fire personer, men det er oppsiktsvekkende at to av disse har 5 eller mindre riktige svar på avkryssningsskjemaet.

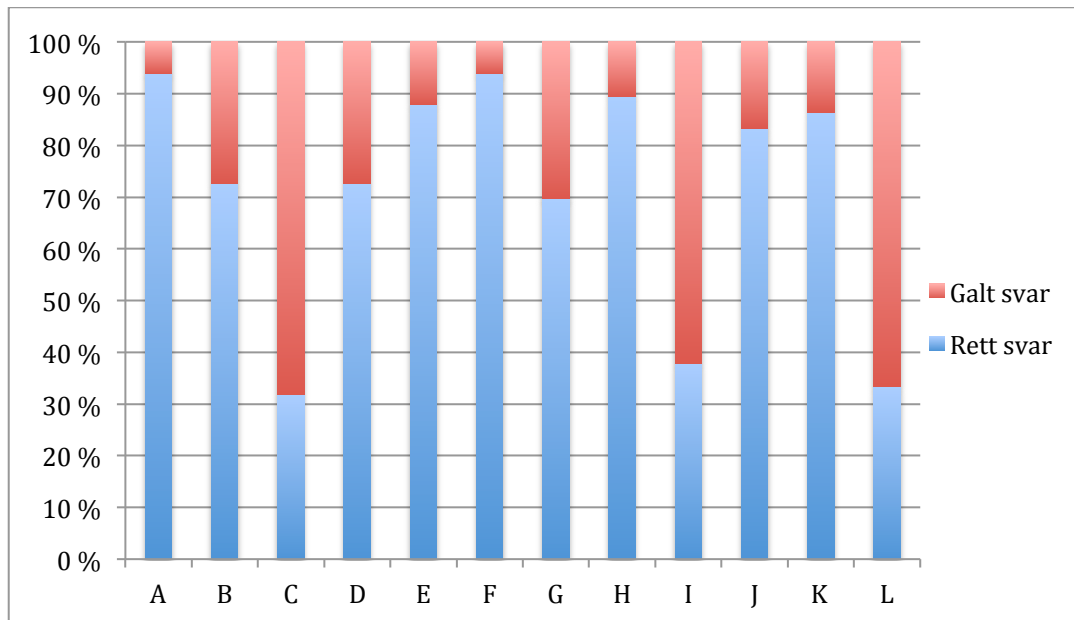
Antall riktige svar fordeler seg jevnt innad i gruppen 12-15 år, som representeres mellom 12-18% på både 6, 7, 8, 9, 10 og 11 riktige. Ingen av respondentene fra de tre yngste gruppene får 12 riktige svar. Over 45% av gruppen 19-25 år har 9 riktige svar, og 30% av de får 12 riktige svar. Flere fra denne aldersgruppen gjør det godt på denne type oppgave, noe som kan skyldes at de har gjennomført grunnskolen og kompetansemålene om elektrisitet.

Videre viser resultatene at 20% av unge voksne mellom 26-45 år får 10 riktige, omtrent 12% får 11 riktige og 20% får 12 riktige svar på avkryssningsskjemaet. Av de eldre voksne fra 46 år og oppover viser resultatene en stor prosentandel som svarer 10 riktige. Denne gruppen er også representert blant de som svarer 12 riktige.

Unge og eldre voksne har prosentvis flest av de som svarer 10, 11 og 12 riktige. Gruppen 19-25 år imponerer med mange prosent med 12 riktige, men ingen svarer 10 eller 11 riktige. Man

kan spørre seg om de unge og eldre voksne har fått mer erfaring med elektriske kretser gjennom livet, eller om elektrisitetsoplæringen var annerledes før, og at stoffet har festet seg bedre.

Diagram 14: Oversikt over svarene på de ulike koblingene i avkryssingsskjema



Diagrambeskrivelse: Her vises respondentenes svar totalt sett. X-aksen viser de ulike koblingene fra figur 3, y-aksen viser prosentvis rett og galt svar.

Koblingene A, E og F består av en ledning til en pol på lyspæra (figur 3). Flere respondenter svarer feil på kobling E i forhold til kobling A og F. Det virker som det er flere som mener at lyspæra vil lyse når ledningen kommer fra minus-polen på batteriet, enn når den kommer fra pluss-polen.

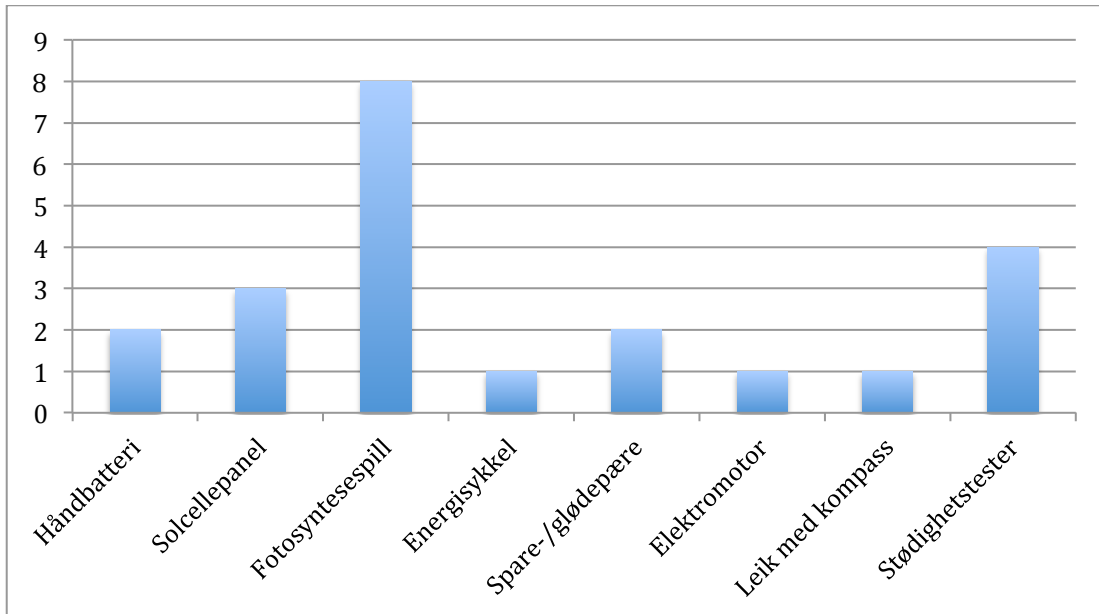
Koblingene B, D, G og K viser koblinger av kretser som likner hverandre, men er koblet på ulike måter. B, D og G har omtrent like stor feilprosent, mens betydelig færre respondenter svarer feil på kobling K. Bildet av K-koblingen på skjemaet kan virke mer oversiktlig enn koblingene B, D og G, slik at respondentene blir mindre usikre på hvorvidt K-koblingen lyser eller ikke. I prinsippet viser disse fire de samme utfordringene, men likevel svarer betydelig færre feil på kobling K.

Koblingene H og J viser to ledninger fra samme pol på batteriet som kobles til to ulike poler på lyspæra. Feilprosenten på disse koblingene er jevne, men noen flere prosent svarer feil på kobling J.

Koblingene det knyttes størst usikkerhet til blant respondentene er C, I og L. Dette er koblingene hvor flest svarer feil på avkryssingsskjemaet. Her ser det ut som respondentene er

usikre på hvor de to ledningene fra batteriet skal være koblet til polene på lyspæra. På L-koblingen ser det ut som respondentene overser koblingen mellom polene på batteriet, hvor det oppstår en kortslutning.

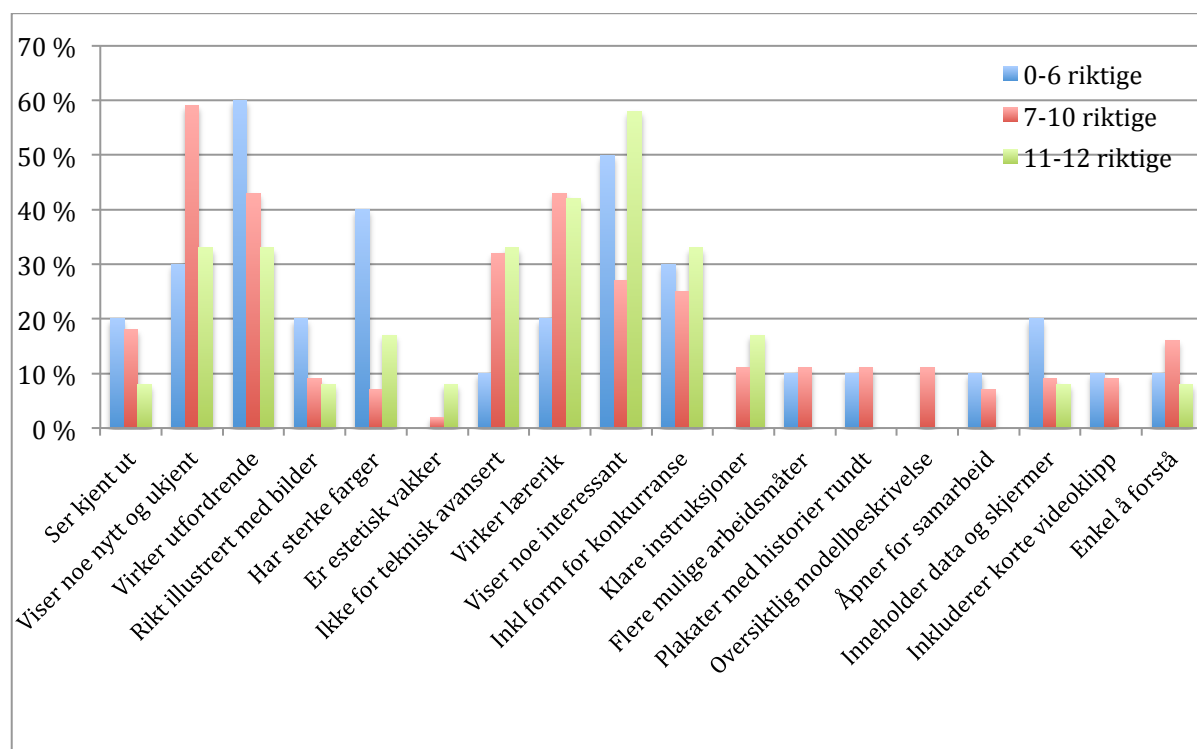
Diagram 15: Modeller besøkende mener er lærerike og/eller gir mer forståelse



Diagramsbeskrivelse: Her er det plukket ut de modellene som utmerket seg aller mest, hvor begrunnelsen var at de var lærerike eller ga mer forståelse. X-aksen viser modellene som utmerket seg aller mest som begrunnes med at de var lærerike og/eller at de ga mer forståelse. Y-aksen viser antall personer.

Diagrammet viser en oversikt over de modellene som ble nevnt av respondentene som *lærerik* og/eller *ga mer forståelse*. Av totalt 22 respondenter sier nesten en tredjedel at Fotosyntesespillet kan knyttes til en av eller begge variablene *lærerik* og *ga mer forståelse*. Det er verdt å påpeke at modeller som også kan knyttes til variablene ”lærerik” og/eller ”ga mer forståelse” som *ikke* utmerket seg mest, ikke er tatt med i dette diagrammet. Derfor kan det være flere modeller respondentene knyttet til disse variablene, men at modellen ikke var den som utmerket seg aller mest.

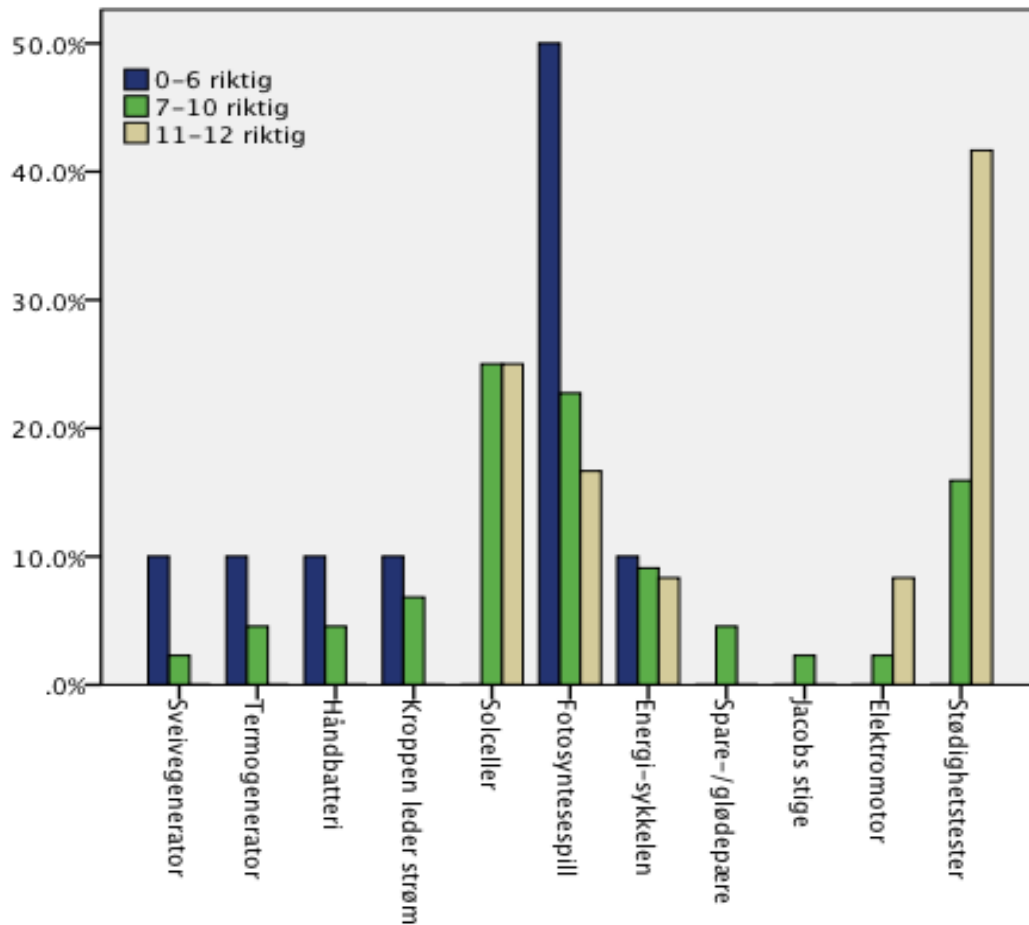
Diagram 16: Antall riktige svar på avkryssingsskjema og hvilke egenskaper ved modellene gjør at besøkende oppsøker de



Diagramsbeskrivelse: X-aksen viser egenskapene respondentene vurderer som viktigst ved en modell for at de skal oppsøke den i forhold til antall riktige svar på avkryssingsskjema med elektriske kretser. Her er respondentene delt inn i tre grupper i forhold til antall riktige svar på avkryssingsskjemaet. Y-aksen viser besvarelsene prosentvis per gruppe.

Resultatene viser at de som har 0-6 riktige svar på avkryssingsskjema med elektriske kretser mener at modellen må virke utfordrende, ha sterke farger og vise noe interessant for at de skal oppsøke den. Felles for de med 7-10 riktige og de med 11-12 riktige er at modellen må virke lærerik for at de skal oppsøke den. Dette er ikke tilfelle for de med 0-6 riktige svar. Av de med 7-10 riktige svar må modellen i tillegg vise noe nytt og ukjent, og virke utfordrende. Av de med 11-12 riktige svar må modellen blant annet vise noe interessant, og ikke være for teknisk avansert for at de skal oppsøke en modell.

Diagram 17: Antall riktige svar på avkryssningsskjema og hvilken modell som ble utforsket grundigst



Diagrambeskrivelse: Her ser man på x-aksen antall riktige svar på avkryssningsskjema med elektriske kretser i forhold til hvilken modell respondentene utforsket grundigst. Y-aksen viser besvarelsene prosentvis per gruppe.

Av de med 0-6 riktige svar på avkryssningsskjemaet med elektriske kretser svarer halvparten at de utforsket Fotosyntesespillet grundigst. Blant de med 7-10 riktige svar er det flest som utforsker Solcellemodellen grundigst, men Fotosyntesespillet er nesten like populært. Av respondentene som fikk 11-12 riktige svar utforsket mange Stødighetstesteren grundigst. Resultatet viser at ingen av de med 0-6 riktige svar utforsker Solcellemodellen grundigst.

4.4 Intervju

I dette kapitlet presenteres de kvalitative dataene fra studien. Informantene omtales ved de fiktive navnene Zara, Christian, Brage og Silje. De har ingen direkte erfaring med elektrisitetslæren om man ser bort fra ordinær undervisning i grunnskolen. De er i aldersspennet 16-32 år, og har til felles at de tidligere har besøkt Vitensenteret.

4.4.1 Førsteintrykk av utstillingen

Informantene ble spurt hvilket førsteinntrykk de fikk av elektrisitetsutstillingen. Her viste det seg å være forskjellige oppfatninger av utstillingen mellom informantene. Christian og Brages førsteinntrykk var positivt, og de hadde lyst å undersøke utstillingen videre. Et utdrag fra to uavhengige samtaler med de understreker dette:

Først ble jeg overrasket over at det er to etasjer der. De har virkelig utnyttet rommet til det det er godt for; to etasjer åpner for mange modeller. (Vedlegg 6, Brage uttalelse 6).

(Utstillingen) så interessant ut fordi det var mye rart jeg ikke hadde sett før som jeg fikk lyst til å prøve. (Vedlegg 7, Christian uttalelse 6).

Silje og Zara fikk inntrykk av at utstillingen er lite tiltrekkende, og gir dårlig oversikt over modellene. I følge disse to er modellene gamle og slitte, og ingen modeller har en naturlig tiltrekningskraft. Begge to påpeker manglende utnyttelse av farger i utstillingen, og at den oppleves grå og kjedelig ved første øyeblikk. I forhold til Christian og Brage, er Silje og Zara mer kritiske til utstillingen, og begrunner det slik:

Jeg synes det var veldig grått der. Kunne vært mer tiltrekkende. Var ikke så tiltalende, og ingenting trakk meg egentlig inn dit. For å lokke inn folk burde det vært mer farger og skrift på veggene. (Vedlegg 8, Zara uttalelse 8).

Man kan merke seg at mennene så mulighetene med utstillingen og hva modellene hadde å tilby. Ved første øyeblikk fokuserer mennene mer på modellene, og hvor interessante de ser ut, mens kvinnene på sin side er mer kritiske til utstillingen. De påpeker at utstillingen mangler farger og lys, og gir uttrykk for at det er viktige faktorer for førsteinntrykket av en utstilling.

4.4.2. Den attraktive utstillingen

De viktigste egenskapene for at besøkende skal oppsøke en modell er at den er godt synlig, og virker fristende å komme bort til. For å være tiltrekkende kan den gjerne ha innslag av touchskjermer. Dette er noe mange besøkende er kjent med fra dagliglivet. Informantene sier også at modeller som viser sammenhengen mellom teori og dagliglivet, og hvor man kan kjenne igjen fenomenet fra noe man har erfart tidligere, tiltrekker dem. Modellens utseende både i form av farger og lys, men også at den ser moderne og flott ut spiller en rolle for hvor

mange som oppsøker modellen. Vanskelighetsgraden på modellen bør være slik at mange får den til, men at den likevel viser fenomenet på en grundig måte. Dersom besøkende inviteres til å gjøre noe med modellen er det positivt, mens noe av det viktigste er størrelsen på modellen. Informantene antyder at store modeller naturlig vil tiltrekke seg flere besøkende enn det de mindre modellene gjør. Brage forklarer dette:

De må synes godt, og ikke være bittesmå sånn at folk bare tusler forbi en viktig modell uten engang å legge merke til den. I så fall må det være noen bilder eller tekst bak sånn at oppmerksomheten eller interessen min fanges. (...) At det viser noe nytt, men gammelt på en måte. Du bør ha sett noe lignende før. (...) Folk vil nok velge de større modellene fremfor de mindre dersom de må velge mellom to modeller. (Vedlegg 6, Brage uttalelse 10-13).

Christian på sin side begrunner med:

De bør ha litt relevans til dagliglivet. (...) Det er jo ikke alt her som...vel du pakker ikke noe elektroder ned i eddikvann til vanlig liksom. (Vedlegg 7, Christian uttalelse 13-14).

I forlengelsen av dette blir informantene spurt om hvilke modeller som fanget blikket deres mer enn andre. I tillegg til de største modellene, mener informantene at en modell som virker gjennomført og helhetlig også fanger blikket deres først. Med helhetlig mener de bilder, tekst og gode forklaringer rundt modellen. Nok informasjon til at interessen fanges, uten at modellen røper for mye. Blikket fanges ofte av modeller som har innslag av nettbrett og skjermer. Av modeller fra elektrisitetsutstillingen nevnes både Solcellemodellen, Fotosyntesespillet, Stødighetstesteren og Spare-/glødepæremodellen. Informantene argumenterer for de ulike modellene:

Nummer 8 (Fotosyntesespillet) med lys og interaktivitet og litt fancy. (Vedlegg 8, Zara uttalelse 13).

Nummer 8, Fotosyntesen. Fordi det var et spill, så jeg tenkte at det så kult ut. Ville på en måte lære ved å ha det artig. (Vedlegg 7, Christian uttalelse 7).

(...) der det var masse lys og sånn som fanget blikket mitt, og solcellepanelet med koblingene med serie- og parallellkobling. (Vedlegg 9, Silje uttalelse 12).

Nummer 7 med solcellepanelet fanget blikket mitt. Den var veldig godt opplyst, og det virket interessant å se hva bildene og teksten bak fortalte. (Vedlegg 6, Brage uttalelse 7).

En modell som skiller seg ut ser både interessant og gøy ut. Modellen er så stor at man ser hva som skal foregå i god tid før man kommer dit. Om det er mulig å lære noe på en morsom måte er det positivt, men modellen må også se kul og bra ut. Innholdet er ikke nødvendigvis det viktigste. En modell som skiller seg ut har ofte utseendemessige fordeler gjennom sterke farger og lys. Av de siste sitatene kan man legge merke til at modellene må være godt opplyst, i tillegg til at den er stor. Informantene mener modellene må gi uttrykk for at de er verdt å oppsøke.

Hvilke modeller som utmerket seg aller mest i utstillingen varierer mellom informantene:

Nummer 9 (Energisykkelen) utmerket seg positivt. Det er fint ikke bare for voksne gamle mennesker som meg, men for barn som ikke forstår så mye av selve teorien bak. (Vedlegg 6, Brage uttalelse 9).

Stødighetstester. (...) Det var på en måte ikke bare sånn at "nå lyser en lyspære", det var noe du måtte gjøre selv og kunne påvirke selv. (Vedlegg 9, Silje uttalelse 15).

Fotosyntesemodellen. Fordi den var artig. Kanskje ikke for at jeg lærte så mye av den første gangen, mest fordi den var kul. (Vedlegg 7, Christian uttalelse 12).

4.4.3. Den utforskende utstillingen

De viktigste kjennetegnene på modeller som kan utforskes mest mulig er at de er interaktive, det vil si at man kan gjøre noe med modellen for at den skal fungere. Det betyr at besøkende ikke bare skal trykke på knapper, men være fysisk aktive i arbeidet med modellen.

Informantene er enige i at man bør kunne arbeide med modellen på flere forskjellige måter, og at det ikke må være én spesifikk måte å komme frem til en løsning på. Dersom modellen skal utforskes mest mulig må besøkende benytte seg av de forkunnskapene de har om fenomenet som skal utforskes. Ved å ta i bruk forkunnskaper i forbindelse med utforskning av modellen kan besøkende lære noe av modellen. Å utforske en modell betyr i følge en informant å lære av modellen gjennom å prøve og feile. Både før, underveis og etter modellen utforskes bør det stilles spørsmål til ettertanke. På denne måten vil man reflektere, og utforske modellen i større grad. Christian seg om hvordan en modell bør være for at den kan utforskes mest mulig:

Du må kunne gjøre noe for å få det til å fungere. Du må være fysisk aktiv og gjøre noe annet enn å trykke på en knapp. Koble, sykle, sveive, du må rett og slett jobbe litt. (...) Jeg lærte ikke så mye av nummer 11 (Jacobs stige) ved å bare se på det som skjedde. (Vedlegg 7, Christian uttalelse 26)

Informantene utforsket mange av de samme modellene i utstillingen. Solcellemodellen, Stødighetstesteren og Fotosyntesespillet nevnes blant de som ble utforsket mest. Hva begrepet å utforske betyr er informantene usikre på, noe som fører til at flere endrer mening i forhold til hvilken modell de utforsket mest underveis i intervjuet. Solcellemodellen åpner for at du skal tenke litt selv og bruke forkunnskapen du har om solceller. Den gir flere muligheter å arbeide på, og hadde flere arbeidsmåter som ga et resultat. Modellen består ikke av en knapp som skal trykkes på, men man må gjøre et arbeid på egenhånd. Man får en helhetsfølelse når modellen har tekst og bilder rundt, og man kan derfor utforske både modellen og teksten.

(...) det er viktig å kunne få det i en sammenheng. Det er mange ting her jeg ikke kan knytte til noe sammenheng. Altså virkeligheten da. Det gjelder nummer 14 (Leik med kompass) og 17 (Induksjonsmodellen). Ser ikke sammenhengen med virkeligheten. Skulle gjerne blitt vist hva det brukes til. Meningen bak modellen er viktig, men denne (Induksjonsmodellen) ga meg bare teori – som jeg nå har glemt. (Vedlegg 8, Zara uttalelse 24).

Dette kan tyde på at informantene behøver modeller med relevans og sammenheng til virkeligheten og hverdagslivet for at de skal utforske modellene. En interessant bemerkning er at flere av informantene endret synspunkt på hvilke modeller de utforsket mest underveis i samtalen. De ble utfordret på å forklare sammenhengen mellom tidsbruk på modellen og hvilken de har utforsket mest. Dette ble eksemplifisert ved hjelp av Solcellemodellen og Fotosyntesemodellen:

Lars: la oss si at du har holdt på med både Solcellemodellen og Fotosyntesespillet, og du har holdt på lengst med spillet. Vil det si at du har utforsket det mest?

Silje: ikke nødvendigvis

Lars: nei?

Silje: fordi det kan jo virke "bare" som et spill, og ikke bryr seg om det andre, mens på Solcellepanelet må du tenke for å få det til. (Vedlegg 9, uttalelse Lars 25 og 26, Silje 25 og 26).

På spørsmål om hva det vil si å utforske en modell synes informantene å være enige om at det er et vagt begrep. Noen informanter er inne på at man må bruke en del tid når man arbeider med modellen, samtidig som man tenker selv. Andre informanter mener at tid brukt på modellen er uvesentlig, men er enige i at å utforske krever tankegang og refleksjon rundt modellen. En informant sier at:

Jeg undersøker modellen med et slikt fokus at jeg lærer eller forstår noe den prøver å fortelle meg. Går mer i dybden. (...) Har du ulike måter å utforske en modell på kan du lære og forstå på ulike måter, og det favner om flere personer. (Vedlegg 6, Brage uttalelse 18-19)

Informantene ble senere spurt hvilke modeller de utforsket minst, og hvorfor de ikke utforsket disse mer. Alle nevnte Kompass og magnet-modellen fordi den ikke fungerte. Det var ikke samsvar med forklaringsarkene, og resultatet av modellen. Andre modeller i samme sjanger er Induksjonsmodellen og Termogenerator, også disse på grunn av lite samsvar mellom forklaringsark og resultatet av modellene. Når modellene ikke fungerer blir de lite interessante og dermed uforståelige. Forklaringsarkene antyder en ting, men når man skal prøve teorien ut i praksis, fungerer det ikke. Flere av disse modellene mangler i tillegg forklaringsark med reflekterende spørsmål og informasjon. Informantene begrunner disse modellene med at de er lite spennende, ensformige og stasjonære.

4.4.4 Den lærerike utstillingen

Informantene oppfatter at en lærerik modell gjør at man vet mer når man drar enn da man kom. De er tydelige på at det ikke nødvendigvis må være teori om elektrisitet, men at det kan være hvordan modeller fungerer eller å se andre sammenhenger. For at læring skal oppnås må forklaringsarkene ved modellene være både enkle og konkrete, og gå rett på sak.

Tilleggsopplysninger rundt modellen og fenomenet kan med fordel komme på et eget ark lengre bak i teksten.

Hva man sitter igjen av læring etter et besøk på Vitensenteret er usikkert. Man kan sitte igjen med kunnskap om hvordan elektrisitet oppstår, hvordan man skal sette sammen elektriske kretser, og lære å like naturfag. Erfaringer med serie- og parallellkobling, og noe rundt hvordan et solcellepanel fungerer er noe man også kan sitte igjen med. Christian kommer med en uttalelse om hva man kan ha lært etter et besøk i elektrisitetsutstillingen:

Kanskje det går mer på erfaringer? Jeg tror ikke jeg går ut herfra nå, og husker noe detaljer fra det jeg holdte på med, i morgen. (Vedlegg 7, Christian uttalelse 36).

Brage sier at en lærerik modell først og fremst formidler noe teori om elektrisitet, mens Christian, Silje og Zara mener at en lærerik modell må kunne knyttes til hverdagen, og at man kan lære andre ting enn det som kommer frem av modellen:

Du kan kanskje lære mer motoriske øvelser som hvordan å sveive, hvordan å koble, hvordan å holde handa stødig, men jeg tenker i utgangspunktet på læring som noe teoretisk. (Vedlegg 6, Brage uttalelse 27).

Modellene har en mening. Må forstå meningen med modellen. (Vedlegg 9, Silje uttalelse 40).

Viktigst er hva du kan bruke den til syns jeg. Hvordan den knyttes til hverdagen. Etter et besøk kan du komme hjem å se sammenheng med andre ting. Da har du lært noe. (Vedlegg 8, Zara uttalelse 32).

Informantene er tydelige på at du skal dra fra en lærerik modell med en form for kunnskap om noe. I følge tre av informantene behøver det ikke å være teori om elektrisitet, man kan også sitte igjen med endringer i holdninger til naturfag og elektrisitet. Det er bemerkelsesverdig at de fleste informantene knytter en lærerik modell til at den er relevant i hverdagen. Modeller som enten er kjent fra før, eller fenomener besøkende kan knytte til sitt eget virke og praksis kan være lærerike. Besøkende må altså ha noen forkunnskaper eller erfaringer om noe som kan knyttes eller sammenlignes med modellen på forhånd for at man skal få mest mulig utbytte av den.

Generelle trekk ved modeller som formidler kunnskap er først og fremst at den synes, og fanger blikket. Når man kommer bort til modellen bør man få en følelse av at den er både interessant og utfordrende. Informantene mener at modellen åpner for at man kan tenke litt selv, og reflektere rundt mulige løsninger på problemstillingen. Modellen bør stille spørsmål eller komme med faktaopplysninger som virker overraskende på besøkende, og gjør de mer nysgjerrige. Dersom du må gjøre noe fysisk for å undersøke problemstillingen er det positivt. En modell formidler kunnskap ved at den er tilpasset flere aldersgrupper, og kan manipuleres etter eget behov. I tillegg bør modellene være moderne, og formidle ny og spennende kunnskap. Silje oppsummerer spørsmålet:

(...) så syns jeg den virker interessant, men også at den er litt utfordrende. At jeg kan tenke litt selv, og komme frem til et svar. (Vedlegg 9, Silje uttalelse 46).

Tre av fire informanter nevner Solcellemodellen som en lærerik modell fordi den enkelt kan knyttes til hverdagen. Dette begrunnes med oversiktlig tekst- og bildebruk bak modellen, hvor det fortelles en historie hvordan solcellepanel brukes i India.

Silje på sin side beskriver Håndbatteriet som den mest lærerike modellen på grunn av den konkrete og oversiktlige modellbeskrivelsen som beskriver fenomenet.

Resultatene fra spørreundersøkelsen tidligere i forskningsprosessen viser at mange respondenter sier at Fotosyntesemodellen er lærerik. Christian uttaler seg om Fotosyntesemodellen:

På nummer 8 (Fotosyntesemodellen) følte jeg ikke at jeg lærte noe som helst. Den handler om at du skal samle karbon, oksygen og sollys, men følte ikke at den var så lærerik. (Vedlegg 7, Christian uttalelse 37).

Christian virker å være skeptisk til hva Fotosyntesemodellen egentlig kan formidle av kunnskap. Han stiller spørsmålstegn ved relevansen til elektrisitetslæren på denne modellen. Brage antyder at til tross for at modellen er et spill, kan mange få følelsen av at de lærer noe fordi de har det gøy.

4.4.5 Forslag til endringer i utstillingen

På spørsmål om hvilke endringer informantene ville foretatt i en ny og forbedret utgave av elektrisitetsutstillingen er alle enige i at det må skje en oppussing av utstyret. Informantene legger vekt på å oppgradere modellene slik at de fremstår som nyere og mer moderne. Silje og Zara skisserer en løsning hvor modellene oppgraderes og pusses opp. De vil ha et mer oversiktlig og ryddig elektrisitetsrom hvor modellene kommer frem gjennom tydeligere lys og farger. Informantene vil ha tilbud om touchskjermer i utstillingen som kan erstatte forklaringsarkene:

Voksne og barn syns det er gøy med iPad og knapper du kan trykke på, gjerne en kort introfilm om teori eller modellens opphav. Bli tatt med inn i historien. (Vedlegg 8, Zara uttalelse 40).

Både Christian og Brage mener at modellene ikke bare må fornyes gjennom oppussing, men at det må utskiftninger til. Brage mener det foreligger gode muligheter i et nytt rom, og at det kan føre til en solid utstilling:

Modellene i andre etasje må byttes ut.(...) Rommet har potensial med to etasjer. Utnyttes plassen bedre kan rommet bli knallbra. (Vedlegg 6, Brage uttalelse 34)

Verdt å merke seg er at mennene ønsker større utskiftninger av modellene, mens kvinnene virker å være tilfredse med de nåværende modellene. Kvinnene påpeker at det er behov for en

opprydning innad i modellene for å skaffe en helhetlig oversikt over utstillingen. Tre av fire informanter foreslår touchskjermer som en mulig tilvekst til elektrisitetsutstillingen.

Blant de nåværende modellene i elektrisitetsutstillingen får informantene i oppdrag å plukke ut tre modeller som skal tas med i et nytt og forbedret rom. Alle informantene ønsker å se Energisykkelen i den nye elektrisitetsutstillingen, men Christian, Sara og Brage nevner i tillegg Spare-/glødepæremodellen som et alternativ fordi de viser det samme prinsippet. Dette begrunnes med at man må *gjøre noe* for å få et resultat og at den er gjenkjennelig til dagliglivet. De samme informantene vil også ha med Solcellemodellen fordi den er *lærerik* og *utforskende*, og åpner for *flere ulike måter å arbeide på*. Brage ønsker Jacobs stige til et nytt rom fordi denne *fascinerer* og *forbløffer*. Zara og Christian ønsker å ha med Fotosyntesemodellen til den nye utstillingen, og begrunner dette med:

(...) fordi den er et artig innslag selv om man ikke lærer like mye. (Vedlegg 7, Christian uttalelse 45).

Nummer 8 (Fotosyntesemodellen), men den kan det gjerne være mer kunnskap i. (Vedlegg 8, Zara uttalelse 39).

Silje på sin side, vil ha med Stødighetstesteren til et nytt rom fordi:

Dette var den kuleste modellen, det går an å konkurrere flere, og den åpner for at flere kan holde på sammen med den. (Vedlegg 9, Silje uttalelse 51) .

Verdt å merke seg er at tre av informantene ønsker å ha med en av modellene som sammenliknes med spill (Stødighetstesteren og Fotosyntesemodellen) i den nye elektrisitetsutstillingen. Tre informanter ønsker samtidig å ha med Solcellemodellen videre fordi den er lærerik og utforskende. Informantene vil ha modeller som legger til rette for konkurranse, lek og moro, men også modeller som er lærerike. De nevner også at det er ønskelig å se mer av modeller som handler om fornybar energi, elektrisitet og fremtiden, og sammenhengen mellom elektrisitet og vann.

5 Drøfting

5.1 Læring i museer og vitensenter

For å forstå resultatene i dette forskningsprosjektet er det viktig å se sammenhengen med Falk og Dierkings (2000) *Contextual Model of Learning*. For å knytte den teoretiske modellen til hvordan besøkende kan få økt utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen, må man se på samspillet mellom individet, det fysiske- og det sosiale miljøet. De som besøker elektrisitetsutstillingen har ulik bakgrunn, og hvordan de forholder seg til utstillingsmodellene avhenger av disse tre kontekstene. På bakgrunn av personlige erfaringer og forutsetninger vil besøkende oppsøke, manipulere og utforske utstillingsmodellene på ulikt vis.

Førsteintrykket av elektrisitetsutstillingen kan knyttes til den fysiske konteksten. Hvilket førsteinntrykk besøkende har av elektrisitetsutstillingen kan også knyttes til hvor attraktiv og tiltrekkende den er. Forskningsresultatene viser at førsteinntrykket har noe å si for hvordan besøkende forholder seg til elektrisitetsutstillingen. I kapittel 4.4.2 forteller informantene at de tiltrekkes av modeller som viser sammenhenger med noe man kjenner til fra tidligere. Når besøkende ser sammenhenger mellom utstillingen og det de erfarer i hverdagen øker læringsutbyttet (Sjøberg, 2009). Førsteintrykket kan kobles til forskningsspørsmålet som tar for seg hvilke egenskaper som gjør en modell attraktiv eller tiltrekkende. Utstillingens utforming og design spiller også en rolle for førsteinntrykket. Farger og lys kan ha innvirkning på hvilke modeller man oppsøker, men i diagram 7 er det lite som tyder på at farger er en avgjørende faktor for hvorvidt besøkende oppsøker en modell.

Forskningsresultatene i kapittel 4.4.1 viser at en oversiktlig og ryddig utstilling også kan spille en rolle for hvordan besøkende tiltrekkes av modellene.

Observasjoner fra studien viser at besøkende kommer til elektrisitetsutstillingen i større eller mindre grupper. Det sosiale miljøet vil derfor være delaktig i hvordan besøkende arbeider med utstillingsmodellene (Falk & Dierking, 2000). Dette belyses når informantene nevner fordeler ved å besøke elektrisitetsutstillingen i grupper. Diskusjoner, samtaler og samarbeid med andre er faktorer som kan virke stimulerende i arbeidet med utstillingsmodellene. Gjennom det sosiale miljøet kan besøkende lære av hverandre til tross for at de har ulike erfaringer og interesser med hensyn til elektrisitetslæren.

Det foreligger ingen forskning eller direkte resultater knyttet til hvordan modellene i elektrisitetsutstillingen formidler kunnskap, og derfor bør man være kritisk til hva besøkende egentlig har lært etter et besøk i den nåværende utstillingen. I følge Falk og Dierking (2000) er tidsdimensjonen viktig for læring i museer, og de påpeker at læring skjer over tid. Det er individuelt hvor lang tid man bruker på en modell før man forstår budskapet og fenomenet som ønskes formidlet. Samtidig er det ulikt fra modell til modell i hvor stor grad fenomenet faktisk formidles. *The Contextual Model of Learning* (Falk & Dierking, 2000) antyder at jo lengre tid man utforsker en modell, desto bedre utgangspunkt har man for å lære av den. Dette betyr at modellene må stimulere besøkende til utforskning i større grad dersom de skal få læringsutbytte av modellen. Likevel vil læringsutbyttet være avhengig av *hva* man bruker tid på, og *hvordan* den brukes. I kapittel 4.4.3 sier informantene at tidsbruk ved modellen ikke automatisk fører til at man utforsker modellen, men at man i tillegg må tenke og reflektere rundt modellen. Dersom Vitensenteret legger til rette for modeller som er enkle å forstå, har klare instruksjoner som samtidig har åpne oppdrag og utfordringer, kan besøkende bruke tid på selve oppdraget.

5.1.1 Hvilken læring skal vektlegges i elektrisitetsutstillingen?

Hva besøkende sitter igjen med av læring etter et besøk i elektrisitetsutstillingen er usikkert. I vedtakene for Vitensenteret står det at ”naturvitenskap og teknologi skal formidles på en instruktiv, engasjerende og lett forståelig måte” (Vitensenteret, 2000). Her fokuseres det både på kognitiv- og affektiv læring. I målsetningene til Vitensenteret blir ikke begrepet *læring* nevnt, men det legges vekt på begreper som å engasjere, motivere og inspirere. Her er det ingen målsetning om å formidle teori om elektrisitet, men Vitensenteret ønsker å være et opplevelsessenter med et formål om å motivere, engasjere og inspirere. Derfor virker målsetningen å vektlegge affektiv læring i utstillingen. I vedtakene står det at naturvitenskap skal formidles på en instruktiv måte, men hvordan affektiv læring fører til økt kunnskap om elektrisitetslæren er uvisst. Besøkende kan riktignok oppleve et økt utbytte av besøket i elektrisitetsutstillingen dersom modellene legger til rette for å øke interesser, holdninger og engasjement for elektrisitetslæren. Likevel uttaler Vitensenteret at modellene kan fungere som et supplement til ordinær undervisning, og viser dermed at de mangler et klart og tydelig ståsted i forhold til hva de ønsker å formidle i elektrisitetsutstillingen.

For at besøkende skal få et økt utbytte av besøket i elektrisitetsutstillingen er det ikke sikkert at Vitensenteret må velge å fokusere på enten kognitiv- eller affektiv læring. En løsning kan være å vektlegge utstillingsmodeller som balanserer mellom de to typene læring. Samtidig må man ikke undergrave betydningen av den psykomotoriske læringen. Med visjonen ”teknologi og naturvitenskap for alle” (Vitensenteret, 2000) uttrykker Vitensenteret at de er et lavterskeltilbud. Gjennom utstillingsmodellene inviterer man barn, ungdom og voksne til å være kreative og utforskende. Da kan besøkende koble, sveive, sette sammen og utføre arbeid. Dette er elementer ved psykomotorisk læring man ikke kan gjøre overalt i hverdagen, men Vitensenteret tilbyr alt dette på en plass.

Besøkende er opptatt av at utstillingsmodellene skal formidle noe kunnskap slik at de lærer noe av dem. Likevel er det uklart hva besøkende føler de lærer i utstillingen. Det viser seg at informantene mener at læring kan være så mangt, og innebærer ikke nødvendigvis teori om elektrisitet. Læring kan like gjerne være å se sammenhenger mellom modellene og hverdagen, lære å koble elektriske kretser eller å få større interesse for naturvitenskap. Dette tyder på at besøkende ønsker en elektrisitetsutstilling som både har innslag av kognitiv-, affektiv- og psykomotorisk læring. Derfor er det vanskelig å gi et svar på hvilke egenskaper en modell bør ha for at den skal formidle kunnskap.

5.1.2 The Selinda Model

Den teoretiske modellen antyder at utstillingsmodellene må ha visse kriterier for at besøkende skal kunne lære av dem (Perry, 2012). Forklaringsarkene ved modellene har en viktig funksjon i formidling av informasjon og veiledning. Disse arkene kan fungere som en motivasjonsfaktor i utstillingen dersom de stiller spørsmål til refleksjon og ettertanke. I tillegg får besøkende mulighet til å diskutere innad i gruppen og lære av hverandre, slik også Falk og Dierking (2000) påpeker. Mange besøkende savner riktignok slike spørsmål i dagens elektrisitetsutstilling, og dersom forklaringsarkene er mangelfulle kan det oppstå færre diskusjoner og samtaler i etterkant av modellen.

For at den nye elektrisitetsutstillingen skal kunne gi besøkende økt utbytte av et besøk kan utstillingsmodellene med fordel utformes slik at de baseres på besøkendes tidligere erfaringer, er utfordrende, og at man lærer noe om elektrisitetslæren underveis. Vitensenteret må likevel sørge for at besøkende opplever både suksess og aha-opplevelser. Fra de innledende

gruppeintervjuene forteller besøkende at resultatet må komme med en gang, ellers blir man utålmodig. For at besøkende skal kunne oppleve aha-opplevelser må altså resultatet fra modellen komme umiddelbart, slik også Caulton (1998) påpeker. Åpne oppdrag med mange måter å løse oppdraget på kan favne om flere besøkende, og dermed gi flere aha-opplevelser. Disse opplevelsene kan samtidig være delaktige i å stimulere til ytterligere utforskning med modellene. Et mulig satsingsområde i den nye elektrisitetsutstillingen kan være å støtte seg til Deweys tankegang hvor utstillingsmodeller åpner for at besøkende kan prøve og feile, og derfor lære gjennom å gjøre og reflektere (Imsen, 2014). Dersom Vitensenteret forstår hva som motiverer besøkende, og hva som gjør læring gøy, kan elektrisitetsutstillingen utformes slik at disse kravene oppfylles. Dette er naturligvis mye enklere sagt enn gjort.

5.2 En utforskende og attraktiv utstilling

For å få økt utbytte av elektrisitetsutstillingen er man først avhengig av at besøkende legger merke til utstillingsmodellene. Humphrey og Gutwill (2005) omtaler dette som *initial engagement*, mens Falk og Dierking (2013) kaller det *attracting power*. Dette handler blant annet om hvordan utstillingsmodellene trigger nysgjerrigheten, og tiltrekker seg oppmerksomhet. Når besøkende først oppsøker en modell er de mer opptatt av dens funksjon enn av de estetiske faktorene. Forskningsresultatene fra diagram 7 viser at mange er mer opptatt av at modellen skal virke utfordrende og lærerik, enn at den er vakker å se på. Antageligvis påvirker estetiske faktorer i hvilken grad besøkende legger merke til modellen, men om det trigger nysgjerrigheten er usikkert. En egenskap som fører til at besøkende tiltrekkes modellen er at den inneholder en form for konkurranse. Dette kommer frem både fra spørreundersøkelsen og intervjuene, hvor både Fotosyntesespillet og Stødighetstesteren nevnes som to modeller som utmerker seg aller mest, og som besøkende la spesielt merke til i utstillingen.

Resultatene viser et sprik mellom de som er intervjuet og de som har svart på spørreundersøkelsen i forhold til hvilke egenskaper en modell må ha for at de skal oppsøke den først. Flere av informantene ønsker å kunne knytte modellen til hverdagen, og dermed at den skal vise noe kjent. De fleste respondentene ønsker derimot at modellen skal vise noe nytt og ukjent for at de skal oppsøke den først. En mulig forklaring på dette er at informantene fikk lengre tid til å reflektere over spørsmålet enn det respondentene fikk. Samtidig kan informantene ha følt at de hadde mer innflytelse på studien på grunn av intervjuenes varighet.

Respondentene på sin side gikk kjapt gjennom spørreundersøkelsen, og krysset av de valgene som følte riktige like etter at de kom ut av elektrisitetsutstillingen.

Videre er man avhengig av at modellene kan engasjere og holde på besøkendes oppmerksomhet. Humphrey og Gutwill (2005) omtaler dette som *prolonged engagement*, mens Falk og Dierking (2013) kaller det *holding power*. Dette handler blant annet om hvordan modellen legger til rette for at besøkende kan stille spørsmål, undre seg og diskutere underveis i arbeidet med modellen. Med andre ord hvordan modellen stimulerer til utforskning, og hvordan besøkende engasjerer seg i løpet av besøket (Perry, 2012). Hvilke egenskaper ved en modell gjør at den stimulerer til utforskning innebærer blant annet hvordan utstillingsmodellene legger til rette for flere arbeidsmåter, og hvilke instruksjoner som gis underveis. I tillegg handler en utforskende utstilling om hvordan det legges til rette for samtaler, diskusjoner og spørsmål både før, underveis og etter at modellen er utforsket. Selv om de besøkende er ferdige med modellen kan de reflektere og svare på spørsmål fra forklaringsarkene. På denne måten vil utforskningen kunne vare lengre, og besøkende har engasjert seg i modellen over lengre tid. Informantene retter sin oppmerksomhet mot modeller de kjenner igjen fra hverdagen, og mener samtidig at man må ha noen forkunnskaper om fenomenet for at de skal kunne utforske modellen i størst mulig grad. I dagens utstilling er det Fotosyntesespillet, Solcellemodellen, Stødighetstesteren og Energisykkelen som utforskes grundigst. De to mest populære begrunnelsene for at det er slik er at besøkende lykkes med å løse en utfordring underveis, og at det var flere mulige arbeidsmåter. Solcellemodellen skiller seg spesielt ut ved at den har flere mulige arbeidsmåter. Mange engasjeres når de får en følelse av å ha kontroll over situasjonen, og selv får bestemme hvordan modellen skal brukes. I tillegg viser resultatene at utstillingsmodellene holder på besøkendes engasjement og oppmerksomhet dersom man kan utforske en problemstilling underveis.

I forbindelse med utforming av nye utstillingsmodeller i den nye elektrisitetsutstillingen kan det med fordel legges til rette for læring gjennom det arbeidet man gjør med modellen, selve prosessen. Underveis i prosessen bør utstillingsmodellene gi besøkende en følelse av at de lærer fordi de er aktive og reflekterer, og samtidig gi aha-opplevelser som endrer besøkendes kognitive skjemaer. Dersom besøkende underveis opplever engasjement og interesse kan man se at kunnskap og forståelse som oppstår kommer som en følge av selve prosessen. Det vil ikke være noe naturlig sluttresultat av modellen fordi det stilles spørsmål, reflekteres og

legges til rette for enda større fordypning av fenomenet. På denne måten kan utstillingsmodellene stimulere til utforskning også etter at besøkende forlater modellen.

5.3 Interaktive modeller i utstillingen

5.3.1 Varierte utstillingsmodeller

For at utstillingsmodellene skal kunne appellere til et bredt publikum må hver modell ha flere nivåer. Samtidig må modellene helst være selvforklarende, og kunne utforskes gjennom flere sanser (Caulton, 1998). Likevel viser forskningsresultatene at modellens tiltrekningskraft ikke har direkte sammenheng med at modellen er enkel å forstå.

Utstillingen kan favne om flere besøkende dersom modellene har flere arbeidsmåter, og spiller på besøkendes ulike intelligenser (Gardner, 2006). Frøyland (2010) knytter disse intelligensene til erfaringer i museet. For å gjøre elektrisitetsutstillingen mer attraktiv og utforskende for flest mulig besøkende bør Vitensenteret legge til rette for modeller som stimulerer mange intelligenser. Utstillingsmodeller med ulike stimuleringer tiltrekker ulike individer. Dagens elektrisitetsutstilling består både av modeller man kan arbeide med i sosiale grupper, og modeller man kan arbeide med alene. Dersom guider og museumsansatte fremstår som veiledere i utstillingen, kan de åpne opp for diskusjoner og samtaler mellom besøkende. Observasjoner fra denne studien viser at Vitensenteret har mye å gå på i forhold til dette. For at besøkende skal få økt utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen kan guider og andre ansatte ved Vitensenteret være mer aktive i utstillingen.

5.3.2 Utforming av interaktive modeller

Fotosyntesespillet og Stødighetstesteren skiller seg ut blant de modellene som utmerket seg positivt. Disse to modellene har liten tilknytning til elektrisitetslæren, noe som bør være en tankevekker for Vitensenteret i utformingen av nye utstillingsmodeller. Hvilke generelle trekk ved disse modellene gjør at så mange besøkende mener at de utmerker seg positivt? Blant annet baseres begge modellene på et spill eller en konkurranse. Avhengig av hvordan man løser oppdraget får besøkende poeng underveis, og kan derfor oppleve et større engasjement. I tillegg åpner modellene for at besøkende kan gjøre det meste selv, samtidig som de oppnår et tydelig resultat. Mange besøkende kan også ha fått følelsen av modellen var gøy å holde på med, i tillegg til at de lyktes med å løse en utfordring.

Kvinner er hyppigere representert enn menn blant de som mener Fotosyntesespillet og Stødighetstesteren utmerker seg aller mest. Av dette kan man anta at kvinner liker å leke og ha det gøy i elektrisitetsutstillingen. Mange i aldersgruppen 19-25 år, og halvparten av barn mellom 0-11 år nevner Fotosyntesespillet som den modellen som utmerker seg aller mest. Visjonen ”teknologi og naturvitenskap for alle” (Vitensenteret, 2000) antyder at Vitensenteret vil tilby utstillingsmodeller til et bredt publikum. De interaktive modellene bør utformes like mye for å gi glede til besøkende, som å gi de følelsen av å ha forstått noe nytt. Samtidig bør Vitensenteret legge til rette for interaktive modeller som kan fungere på flere intellektuelle nivå, for besøkende i ulike aldre og evner (Caulton, 1998). Utstillingsmodeller hvor besøkende kan oppleve lek og moro vil derfor være viktig for en ny elektrisitetsutstilling. Forskningsresultatene viser likevel at flere av informantene mener at utstillingsmodellene må inneholde noe mer enn bare lek og moro. De må også legge til rette for læring av ny kunnskap.

5.3.3 PD- og APE-modeller

Det er vanskelig å gi råd med hensyn til hvilke modelltyper Vitensenteret bør satse på i den nye elektrisitetsutstillingen for at besøkende skal få et større utbytte av besøket.

Utstillingsmodeller som baserer seg på at besøkende skal gjøre en planlagt oppdagelse av et fenomen kan i mange tilfeller være både interessante og engasjerende. På disse modellene kan besøkende både få en aha-opplevelse, bli mer nysgjerrige og ønske å vite mer om fenomenet. En slik type modell kan formidle mange fenomener fra elektrisitetslæren gitt at modellen har tilhørende informative forklaringsark.

Samtidig må man være kritisk til hvordan en elektrisitetsutstilling i et opplevelsessenter ville sett ut kun med *planned discovery-modeller*. Forskningsresultatene viser at besøkende ønsker å være aktive deltakere i utstillingen, stille spørsmål og utforske elektrisitetslæren. Spørsmålet er om utstillingen kan bli for statisk og lite engasjerende om det fokuseres for mye på *planned discovery-modeller*. Dersom besøkende ikke får mulighet til å være aktive i utstillingen kan engasjementet og motivasjonen forsvinne, og man kan oppleve at besøkende får mindre utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen.

Besøkende kommer til Vitensenteret for å få gode opplevelser med naturvitenskap og teknologi. For mange innebærer gode opplevelser at de aktivt får ta del i utforskingen av utstillingsmodellene. Humphrey og Gutwill (2005) bruker begrepet *active prolonged*

engagement om arbeidet med utstillingsmodeller. De bruker begrepet *prolonged* for å forklare hvordan utstillingsmodellen kan holde på besøkende. Det innebærer at de skal involvere seg, og bruke lengre tid på modellen. Som tidligere nevnt påpeker Falk og Dierking (2000) at læring skjer over tid, og dersom utstillingsmodellene i den nye elektrisitetsutstillingen klarer å holde på besøkendes oppmerksomhet kan det gi et bedre utgangspunkt for å gi besøkende økt utbytte av et besøk.

I motsetning til en *planned discovery-modell* vil ikke en APE-modell ha bestemte instruksjoner eller føringer man er avhengig av for å kunne oppnå et resultat. Dermed vil besøkende kunne arbeide mer åpent og utforskende med en APE-modell uten å måtte ta i bruk forklaringsarkene, slik man ofte gjør hos en *planned discovery-modell*. Derfor kommer resultatet fra en APE-modell ofte som en følge av at man har arbeidet med modellen og begynner å stille egne spørsmål, og ikke fordi man har lest instruksjoner fra et ark.

Derfor kan den nye elektrisitetsutstillingen med fordel bestå av både APE- og PD-modeller. Utstillingsmodeller der besøkende selv kan være aktive er viktig i et opplevelsessenter, men utstillingen har også behov for modeller som kan forbause og fascinere uten at besøkende gjør så mye selv. Disse utstillingsmodellene kan gjerne være stasjonære, og i større grad opplyse og informere besøkende om fenomener fra elektrisitetslæren. For å gi besøkende økt utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen bør utstillingsmodellene formidle faktakunnskap og stimulere til læring. Samtidig bør de også opplyse, forbløffe, begeistre, engasjere og motivere.

5.4 Elektrisitetslæren

5.4.1 Forståelse av elektrisitetslæren

I følge Frøyland (2010) er forståelse noe man mestrer og kan lære bort. Mange besøkende besøker elektrisitetsutstillingen med lite eller ingen erfaring med elektrisitetens grunnleggende prinsipper. Utstillingsmodellene kan bygge erfaringer, og være veiledende slik at man får en større forståelse av elektrisitetslæren. Med et kritisk blikk på dagens elektrisitetsutstilling kan man spørre seg i hvilken grad den legger opp til at besøkende skal kunne bruke forståelsen derfra i relevante hverdagssituasjoner. Det er ikke før man kan bruke forståelsen i ukjente, relevante situasjoner at man har oppnådd en mesters forståelse av elektrisitetslæren (Frøyland, 2010). Forskningsresultatene viser at besøkende ønsker en større tilknytning mellom utstillingsmodellene og hverdagen, og dette bør den nye elektrisitetsutstillingen vektlegge i større grad enn i dag.

Fra dagens elektrisitetsutstilling begrunnes et knippe modeller med at de var lærerike og/eller ga mer forståelse. De modellene som skiller seg ut er Fotosyntesepillet og Stødighetstesteren. Nøyaktig hva besøkende lærer og forstår ved hjelp av disse modellene er usikkert. For det første kan de knapt knyttes til elektrisitetslæren, og for det andre finnes det lite informasjon i forklaringsarkene til modellene. Disse modellene legger opp til både psykomotorisk- og affektiv læring, og informantene antyder at mange kan få en følelse av at de lærer noe når de har det gøy.

På grunn av de mange abstrakte begrepene, er det utfordrende å formidle teori om elektrisitet. I kapittel 2.4.1 gjøres det et forsøk på å gi en kort oversikt over sentrale begreper innen elektrisitetslæren. Her er begrepene forsøkt forklart på en grundig, men enkel måte. Dersom besøkende skal ha økt utbytte av et besøk i den nye elektrisitetsutstillingen kreves det at disse begrepene formidles på en lett forståelig måte uten å bruke forenklete ord og uttrykk som gir manglende informasjon om fenomenene. Utfordringen blir å finne balansegangen mellom enkle forklaringer som samtidig er grundige nok. I kapittel 2.4.1 er begrepene forklart gjennom lengre avsnitt med begreper og eksempler. Hvordan disse begrepene kan eller bør formidles til personer med lite eller ingen erfaring med elektrisitet er en utfordring når den nye elektrisitetsutstillingen skal utformes. Derfor er det vanskelig å gi råd med hensyn til hvordan Vitensenteret bør legge til rette for dette i den nye utstillingen. For å kunne forstå begrepene kreves en viss kunnskap om andre elementer av elektrisitetslæren. Det er noe Vitensenteret må ta høyde for i utformingen av den nye elektrisitetsutstillingen. Antageligvis kan besøkende få økt utbytte av et besøk dersom forklaringsarkene deles i ulike nivå slik at begrepsformidlingen tilpasses ulike kunnskapsnivå. Da kan besøkende lete seg frem til et forklaringsark som er tilpasset deres eget nivå.

5.4.2 Forståelse av strømkretser

Elektriske kretser er helt sentralt i elektrisitetslæren, og noe av det første elevene møter i elektrisitetsundervisningen på barneskolen. Når elevene begynner på ungdomstrinnet tas det høyde for at de kjenner til hva en elektrisk krets er. Her møtes elevene med undervisning som fokuserer på større sammenhenger i elektrisitetslæren, og mange elever kan allerede på ungdomstrinnet ha dannet seg hverdagsforestillinger. Dersom man mangler grunnleggende kunnskaper om elektriske kretser kan det være naturlig å tro at man også mangler forståelse for andre elementer innen elektrisitetslæren. For at besøkende skal få økt utbytte av et besøk i

den nye elektrisitetsutstillingen bør Vitensenteret gjøre bevisste valg i forhold til terminologien som formidles til besøkende. Et fokusområde bør være å legge til rette for at besøkende skal bruke korrekte begreper og terminologi i refleksjonsfasen av modellen.

Resultatene fra kapittel 4.2.4 viser at flere respondenter fikk 12 riktige svar enn de som fikk 11 riktige på avkrysningsskjema med elektriske kretser. De som fikk 12 riktige svar kan tenkes å ha en mesters forståelse av elektriske kretser. Den største gruppen fikk 9 riktige, og viser derfor en delvis forståelse om elektriske kretser, og avsløres på en, to eller tre elektriske kretser. En årsak til at færre respondenter får 11 riktige svar enn de som får 12 riktige kan være gjetning. Dette er også en potensiell feilkilde i studien.

De mest typiske feilene fra avkrysningsskjema om elektriske kretser tyder på at mange besøkende har en forestilling om at en elektrisk krets er lukket når ledninger fra polene på batteriet samles i en felles pol på lyspæra. For å gi økt utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen bør Vitensenteret utforme modeller som kan avkrefte denne myten. Samtidig kan dette sees i sammenheng med forståelse på nybegynner- og lærlingnivå (Frøyland, 2010) som er en konsekvens av manglende erfaringer med elektriske kretser. Et fokusområde i den nye elektrisitetsutstillingen bør være å avsløre og avlive hverdagsforestillinger om elektriske kretser gjennom utstillingsmodellene. Utstillingen bør inneholde modeller som kan gi et tydelig bilde av hvordan en elektrisk krets kan kobles opp. Modellen kan videre utfordre besøkende på forskjellen mellom en åpen og en lukket krets. For at modellene skal tiltrekke seg besøkende kan Vitensenteret konkretisere modellene ved hjelp av noe besøkende kjenner fra hverdagen. Resultater fra studien viser at mange besøkende tiltrekkes av modeller de kjenner igjen fra hverdagen. Dersom den nye elektrisitetsutstillingen legger til rette for at besøkende skal oppdage noe ukjent gjennom det kjente kan man få en økt forståelse for elektriske kretser, og samtidig avlive noen vanlige hverdagsforestillinger.

5.4.3 Forståelse av elektromagnetiske fenomener

For mange besøkende er induksjon et uforståelig begrep. Induksjon er helt sentralt i vårt elektriske samfunn, men virker likevel å være abstrakt og lite kjent for besøkende. Besøkende opplever at det er vanskelig å knytte Induksjonsmodellen til hverdagen. Ingen respondenter

nevner Induksjonsmodellen som den de utforsket grundigst, og resultatene viser også at modellen er den som utmerker seg positivt færrest ganger blant besøkende.

I tillegg til at mange sliter med å forstå meningen med modellen, er det lite samsvar mellom forklaringsarket og det faktiske resultatet. Besøkendes *delvise* forståelse av induksjonsbegrepet kan føre til at det oppstår hverdagsforestillinger (Michelini & Viola, 2008). Resultatene tyder på at Induksjonsmodellen fører til mer forvirring enn forklaring når besøkende arbeider med den. Bagno og Eylon (1997) viser til studier der studenter i stor grad presenteres for elektromagnetiske fenomener gjennom matematiske formler og begreper, og får problemer når de skal forklare begrepet med egne ord. På grunn av en popularisering av elektromagnetiske termer har mange av begrepene fått en upresis betydning (Michelini & Vercellati, 2011). Disse misforståelsene skaper større gap mellom vitenskapen og hverdagen. Dette gapet skaper en større usikkerhet rundt elektromagnetiske fenomener. For at besøkende skal få et større utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen bør Vitensenteret vektlegge modeller som gir en større forståelse av induksjonsbegrepet.

Det første som må ligge til grunn for at elektrisitetsutstillingen skal formidle et induksjonsbegrep som gir det Frøyland (2000) beskriver som dyp forståelse, er en forståelse av selve kunnskapsområdet induksjon. Det betyr at hverdagsforestillinger er erstattet med tilstrekkelig kunnskap, slik at begrepet kan brukes i hverdagslige sammenhenger. I tillegg bør besøkende forstå den naturvitenskapelige metode, og hvordan man har kommet frem til kunnskapen om induksjon. Til sist bør besøkende vite hvordan induksjonsbegrepet skal formidles til andre, og tilpasse begrepsbruken til publikum. Ut i fra dette må man stille spørsmålsteget ved hvorvidt induksjonsmodellen i elektrisitetsutstillingen legger til rette for at besøkende skal oppnå dyp forståelse.

Induksjonsmodellen i dagens elektrisitetsutstilling skal i likhet med de sentrale begrepene i elektrisitetlæren formidles på en instruktiv, engasjerende og lett forståelig måte (Vitensenteret, 2000). Modellen virker ikke å legge til rette for at besøkende skal kunne anvende begrepet i hverdagslige sammenhenger. Det er vanskelig å forestille seg at besøkende skal lære seg hvordan begrepet skal formidles til et publikum når selv Vitensenteret ikke mestrer dette. Dersom besøkende skal få et større utbytte av elektrisitetsutstillingen, og dypere forståelse for induksjonsbegrepet, er man avhengig av utstillingsmodeller som konkretiserer induksjonsbegrepet i større grad enn i dag.

6 Konklusjon og avslutning

Studien bygger på en spørreundersøkelse blant besøkende og fire dybdeintervjuer i tillegg til observasjoner i utstillingen i perioden september 2014 til januar 2015.

I dette kapitlet vil forskningsspørsmål og problemstilling besvares basert på forskningsresultatene. Utgangspunktet for studien har vært følgende problemstilling:

Hvilke forbedringer kan gjøres med elektrisitetsutstillingen for å gi besøkende økt utbytte av et besøk?

For å belyse ulike sider av problemstillingen presenteres først svarene på de tre forskningsspørsmålene. Deretter besvares problemstillingen ved hjelp av forskningsspørsmålene.

Hvilke egenskaper ved en modell gjør den i stand til å formidle kunnskap?

Resultatet viser at besøkende ønsker å lære noe etter et besøk i elektrisitetsutstillingen. Det kan like gjerne være å leke med elektrisitet, knytte elektrisitet til hverdagen, og koble elektriske kretser som å lære teori om elektrisitetslæren. At modellen kan knyttes til dagliglivet er en viktig egenskap for en modell som skal formidle kunnskap. På denne måten kan besøkende bruke forståelsen fra elektrisitetsutstillingen i hverdagssituasjoner. I tillegg bør modellen gi besøkende muligheten til å lære noe gjennom å ha det gøy, samtidig som dette knyttes til noe teori om elektrisitetslæren. Dette betyr at Vitensenteret bør ta stilling til om de ønsker en elektrisitetsutstilling med et fokus på kognitiv- eller affektiv læring. De to typene læring trenger ikke å utelukke hverandre, men Vitensenteret kan med fordel gjøre et valg for hva de ønsker å ha som hovedfokus i utstillingen.

Resultatene viser at dersom modellen skal formidle kunnskap bør de invitere besøkende til å reflektere rundt mulige løsninger på problemstillingen. En annen egenskap som er viktig for at modellene skal formidle kunnskap er at de kommer med faktaopplysninger som virker overraskende på besøkende. Videre bør modellene være moderne og formidle ny og spennende kunnskap.

Modellene bør formidle sentrale begreper i elektrisitetslæren på en måte som gjør at flest mulig kan forstå. Det vil være mulig for flere å forstå begrepene dersom modellene har nivådelte forklaringsark. Dette fører til at det kan formidles kunnskaper om elektrisitetslæren til alle, uavhengig av besøkendes forkunnskaper og tidligere erfaringer.

Dersom elektrisitetsutstillingen som helhet skal være i stand til å formidle kunnskap bør den ha varierte innslag av modeller som fascinerer eller trigger nysgjerrigheten, og interaktive modeller hvor besøkende kan være aktive deltakere underveis. Dette gjør at besøkende kan finne en modell som passer til deres egne interesser og arbeidsmåter. Dersom kunnskap formidles på en variert måte, favner utstillingen et bredere publikum.

Hva gjør en modell tiltrekkende?

Resultatene viser at en tiltrekkende modell ikke nødvendigvis må være estetisk vakker å se på, men kan like gjerne gi uttrykk for at den viser noe interessant, i tillegg til at den må virke utfordrende og lærerik. Samtidig må ikke modellen avsløre for mye, men kreve at besøkende oppsøker den for å undersøke hva modellen går ut på. Videre viser resultatene fra intervjuene at mange tiltrekkes av modeller som har innslag av skjermer. Dersom modellene har tilhørende nettbrett med informasjon og spørsmål, vil det gjøre modellen enda mer tiltrekkende og attraktiv for besøkende. Det fører til at besøkende kan trykke seg gjennom informasjon om modellen eller fenomenet, og får en følelse av at modellen er moderne og oppdatert.

For at elektrisitetsutstillingen som helhet skal være tiltrekkende er det avgjørende at rommet er oversiktlig, ryddig, og godt opplyst. Dette har betydning for førsteinntrykket av utstillingen, og hvilken holdning besøkende kommer inn med. Resultatene viser at farger og estetikk kan ha en effekt på i hvilken grad besøkende legger merke til utstillingsmodellene. For å appellere til et bredere publikum, bør en tiltrekkende modell ikke være for teknisk avansert. Da vil mange velge å ikke oppsøke modellen.

Resultatene viser at besøkende tiltrekkes av modeller som viser noe nytt og ukjent, men at de også må ha en sammenheng med dagliglivet. For å tiltrekke flest mulig besøkende bør derfor elektrisitetsutstillingen bestå både av nye, ukjente modeller, og modeller som er kjent fra hverdagen.

Hvilke egenskaper ved en modell gjør at den stimulerer til utforskning?

For at en modell skal stimulere til utforskning må den inneholde åpne oppdrag og få instruksjoner. På den måten kan besøkende få en følelse av kontroll, og at de selv bestemmer hvordan modellen skal manipuleres, noe som kan føre til at de engasjeres mer av modellen. Modeller som stimulerer til utforskning legger til rette for at besøkende skal engasjeres når de arbeider med modellen. Resultatene viser at mange engasjeres dersom modellen overrasker,

forbauser eller forbløffer. I tillegg engasjeres besøkende når de skal løse en problemstilling eller et oppdrag. Det er viktig at besøkende lykkes med å løse dette oppdraget, og dermed får følelsen av suksess, og ønsker å utforske modellen videre. I tillegg bør en modell som stimulerer til utforskning ha flere arbeidsmåter slik de appellerer til et bredere publikum, gjennom å stimulere flere ulike intelligenser. Modellene bør derfor åpne for at besøkende kan prøve og feile, og dermed gruble, undre og reflektere over de ulike resultatene som oppstår. For at modellen skal stimulere til utforskning er den avhengig av vel gjennomtenkte forklaringsark med spørsmål som stimulerer til refleksjon både før, underveis og etter at modellen er utforsket. Forklaringsarkene bør også åpne for samtaler med andre besøkende, og oppfordre til diskusjoner underveis.

Problemstillingen *hvilke forbedringer kan gjøres med elektrisitetsutstillingen for å gi besøkende økt utbytte av et besøk* besvares ved å se på resultatet fra de tre forskningsspørsmålene. For at besøkende skal få økt utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen må modellene formidle kunnskap på en tilpasset måte. For å unngå hverdagsforestillinger innen fenomener fra elektrisitetlæren, og i tillegg kunne øke besøkendes forståelse bør modellene ha nivådelte forklaringsark. Da kan besøkende finne et nivå som ligger litt over eget kunnskapsnivå. Dermed har besøkende mulighet til å lære noe om fenomenet, uavhengig av tidligere erfaringer og forkunnskaper. En konkret målsetning for den nye elektrisitetsutstillingen bør være at alle besøkende, uavhengig av kunnskapsnivå skal kunne lære noe om fenomener fra elektrisitetlæren.

Andre forbedringer som kan gjøres med elektrisitetsutstilling for å gi besøkende økt utbytte av et besøk er å tilby interaktive modeller som tiltrekker seg besøkende i større grad enn i dag. Dette kan gjøres ved modeller som virker passe utfordrende og lærerike, samtidig som de viser noe interessant, og gjør besøkende nysgjerrige. I tillegg bør de vise en tilknytning til dagliglivet. En konkret målsetning for den nye elektrisitetsutstillingen bør være at modellene skal vise noe nytt, og ukjent gjennom det kjente. Dette kan gjøres ved å knytte fenomener innen elektrisitetlæren til kjente hverdagsituasjoner, og gi konkrete eksempler besøkende kjenner igjen fra eget dagligliv.

For at besøkende skal få økt utbytte av et besøk i elektrisitetsutstillingen bør modellene stimulere til utforskning i større grad enn i dag. Gjennom tilhørende oppgaver og spørsmål bør modellen åpne for samtaler og diskusjoner mellom besøkende. Modellen bør også være rik slik at det er rom for å utforske på ulike nivåer. I tillegg bør modellene se oppdaterte og nye ut. Informasjonen som formidles ved modellene bør være så interessant å lese at

besøkende ønsker å utforske mer. En målsetning bør være at besøkende grubler og undrer seg, og ønsker å utforske fenomenet mer, også etter at de forlater elektrisitetsutstillingen.

Et interessant fokus i videre forskning på feltet er besøkendes kunnskaper og holdninger til elektromagnetiske fenomener. På grunn av besøkendes syn på den nåværende induksjonsmodellen, hadde det vært interessant å modifisert den slik at induksjonsprinsippet ble formidlet på en annen måte enn i dagens utstilling. En videre forskning på feltet kunne derfor vært å undersøkt hvorfor hverdagsforestillinger oppstår innen dette feltet, og hvordan den nye utstillingen lykkes med å formidle elektromagnetisme med tilhørende fenomener.

I tillegg ville et økt fokus på besøkendes kunnskaper om elektriske kretser vært spennende. Man kunne tatt utgangspunkt i de typiske feilene fra avkrysningsskjema med elektriske kretser, og undersøkt på hvilken måte elektrisitetsutstillingen formidler kunnskap om elektriske kretser.

7 Litteraturliste

- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Angell, C., Flekkerøy, E.G. & Kristiansen, J. R. (2011). *Fysikk for lærere*. Oslo: Gyldendal Akademiske.
- Angell, C., Haugan, J., & Isnes, A. (1992). *Fysikk i naturfaget: et fjernundervisningsopplegg med didaktisk refleksjon*. NKI-forlaget.
- Bagno, E., & Eylon, B. (1997). From problem solving to a knowledge structure: An example from the domain of electromagnetism. *American Journal of Physics*, 65(8), 726–736.
- Bamberger, Y. & Tal, T. (2007). Learning in a personal context: Levels of choice in a free choice learning environment in science and natural history museums. *Science Education*, 91(1), 75-95.
- Caulton, T. (1998). *Hands-on exhibitions: Managing Interactive Museums and Science Centers*. New York: Taylor & Francis US
- Falk, J. H. (2001). Free-Choice Science Learning: Framing the Discussion. I Falk, J. H. (Red.). *Free Choice Education. How We Learn Science Outside of School* (s. 3-20). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. New York: Altamira Press.
- Falk, J. H. & Dierking, L. D. (2013). *The Museum Experience Revisited*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press Inc.
- Frøyland, M. (2010). *Mange erfaringer i mange rom; Variert undervisning i klasserom, og naturen*. Oslo: Abstrakt forlag
- Gardner, H. (2006). *Multiple intelligences: New horizons*. New York: Basic Books.
- Grimenes, A. A., Jerstad, P., & Sletbak, B. (2011). *Grunnleggende fysikk for universitet og høyskole*. Oslo: Cappelen Damm.
- Haraldsen, G. (1999). *Spørreskjemametodikk etter kokebokmetoden*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Henriksen, E. K., & Frøyland, M. (1998). Hva vet vi om læring i museer? *Norsk museumsutvikling*, 7, 1998.
- Humphrey, T. & Gutwill, J. P. (2005). *Fostering Active Prolonged Engagement: The Art of Creating APE Exhibits*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press Inc.
- Imsen, G. (2014). *Elevers verden – innføring i pedagogisk psykologi* (5.utgave). Oslo: Universitetsforlaget.

- Jacobsen, D. I. (2010). *Forståelse, beskrivelse og forklaring*. Oslo: Høyskoleforlaget.
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4.utgave). Oslo: Abstrakt forlag.
- Kind, P. M. (2003). Praktisk arbeid og naturvitenskapelig allmenndannelse. I D. Jorde & B. Bungum (Red.), *Naturfagdidaktikk: Perspektiver, forskning, utvikling*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Larsen, A. K. (2012). *En enklere metode – veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode* (4.opplag). Bergen: Fagbokforlaget.
- Lund, T. (1996). *Metoder i kausal samfunnsforskning: En kortfattet og enkel innføring*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Michelini, M. & Vercellati, S. (2011). *Exploring the sources of magnetic field and the interactions between them to interpret electromagnetic induction: a proposal of conceptual laboratory*. University of Udine: Research Unit in Physics Education
- Michelini, M. & Viola, R. (2008). *A proposal for a curricular path about electromagnetic induction*. University of Udine: Research Unit in Physics Education
- Moustakas, C. (1994). *Phenomenological Research Methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Perry, D. L. (2012). *What Makes Learning Fun? Principles for the Design of Intrinsically Motivating Museum Exhibits*. Plymouth: AltaMira Press.
- Postholm, M. B. (2005). *Kvalitativ metode – en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget
- Repstad, P. (2009). *Mellom nærhet og distanse – kvalitative metoder i samfunnsfag* (4. reviderte utgave). Oslo: Universitetsforlaget.
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold. Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Robson, C. (2002). *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Rossing, N. K., Stefansson, T. & Bungum, B. (2005). SL serien NR. 2: *Elektronikk for skolen* (3.utgave). Trondheim: NTNU Program for lærerutdanning.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (3.utgave). Oslo: Gyldendal Akademisk.

- Stake, R. E. (1995). *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications
- Store norske leksikon. (2009a). *Parallellkobling – fysikk – 1*. Hentet 02.februar 2015 fra https://snl.no/parallellkobling/fysikk_%E2%80%93_1
- Store norske leksikon. (2009b). *Seriekobling*. Hentet 02.februar 2015 fra <https://snl.no/seriekobling>
- Thagaard, T. (2003). *Systematikk og innlevelse*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse* (3. utgave). Bergen: Fagbokforlaget.
- Thong, W. M., & Gunstone, R. (2008). Some student conceptions of electromagnetic induction. *Research in Science Education*, 38, 31-44.
- Universitetet i Oslo. (2009). *Fysikkens topp fem. Nr. 2: Induksjon – grunnlaget for vårt elektriske samfunn*. Hentet 20.februar 2015 fra <http://www.mn.uio.no/fysikk/om/aktuelt/aktuelle-saker/2012/fem-pa-topp/2.html>
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i naturfag*. Hentet 15.april, 2015 fra <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Kompetansemaal/?arst=372029323&kmsn=461102025>
- Vitensenteret. (2000). *Vedtekter for ViT*. Hentet 07.01, 2015, fra <http://vitensenteret.com/vedtekter>
- Vitensenteret. (2011). *Strategisk plan og handlingsplan for ViT 2011-2013*. Hentet 07.01, 2015, fra <http://vitensenteret.com/nb/strategi>
- Wiske, M. S. (Red.). (1998): *Teaching for Understanding: Linking research with practice*. San Francisco: Jossey-Bass.

Vedlegg 1: Spørreskjema

Alder: _____

Kjønn:

Kvinne

Mann

1) Hvilke modeller synes du utmerket seg på en positiv måte?

<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8		
<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 11	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 13	<input type="checkbox"/> 14	<input type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 16	<input type="checkbox"/> 17	

2) Hvilken modell synes du utmerket seg aller mest?

<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8		
<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 11	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 13	<input type="checkbox"/> 14	<input type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 16	<input type="checkbox"/> 17	

3) Velg en av modellene du syntes utmerket seg og fortell hvorfor.

Jeg velger modell nummer: _____ fordi den var/førte til/gjorde at jeg:

- | | | | |
|--|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> lærerik | <input type="checkbox"/> utfordrende | <input type="checkbox"/> overraskende | <input type="checkbox"/> relevant |
| <input type="checkbox"/> spennende | <input type="checkbox"/> interessant | <input type="checkbox"/> kjent fra før | <input type="checkbox"/> fikk et resultat |
| <input type="checkbox"/> lett å mestre | <input type="checkbox"/> godt belyst | <input type="checkbox"/> fikk styre litt selv | <input type="checkbox"/> fikk større forståelse |
| <input type="checkbox"/> populær blant andre | <input type="checkbox"/> skapte nysgjerrighet | <input type="checkbox"/> måtte tenke annerledes | |

4) Hva er de viktigste egenskapene ved en modell for at du skal oppsøke den?

(inntil 4 valg er mulig)

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> ser kjent ut | <input type="checkbox"/> viser noe nytt og ukjent | <input type="checkbox"/> virker utfordrende |
| <input type="checkbox"/> er rikt illustrert med bilder | <input type="checkbox"/> har sterke farger | <input type="checkbox"/> er estetisk vakker |
| <input type="checkbox"/> ikke for teknisk avansert | <input type="checkbox"/> virker lærerik | <input type="checkbox"/> viser noe interessant |
| <input type="checkbox"/> inkl. form for konkurranse | <input type="checkbox"/> klare instruksjoner | <input type="checkbox"/> flere mulige arbeidsmåter |
| <input type="checkbox"/> plakater med historier rundt | <input type="checkbox"/> oversiktlig modellbeskrivelse | <input type="checkbox"/> åpner for samarbeid |
| <input type="checkbox"/> inneholder data og skjermer | <input type="checkbox"/> inkluderer korte videoklipp | <input type="checkbox"/> virket enkel å forstå |

5) Hvilken modell utforsket du grundigst?

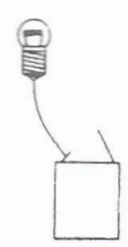



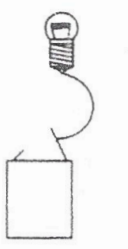
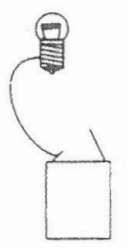
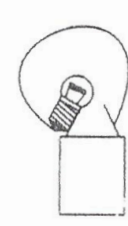
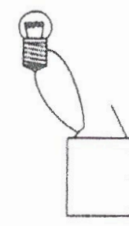
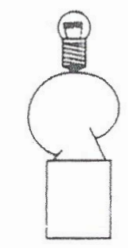
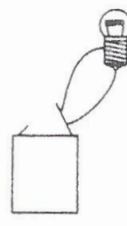


<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8		
<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 11	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 13	<input type="checkbox"/> 14	<input type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 16	<input type="checkbox"/> 17	

6) Begrunn hvorfor du utforsket denne modellen så grundig:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> den åpnet for diskusjon | <input type="checkbox"/> den åpnet for å reflektere |
|--|---|

- jeg kunne undersøke en problemstilling
- jeg lyktes med å løse en utfordring
- den oppmuntret meg til å stille spørsmål
- den åpnet for samarbeid
- den ga flere måter å arbeide på
- den åpnet for å gi svar på mine spørsmål
- jeg kunne vurdere flere fremgangsmåter

7) Sett ring rundt den påstanden du tror stemmer:

<p>A.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>	<p>B.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>	<p>C.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>
<p>D.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>	<p>E.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>	<p>F.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>
<p>G.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>	<p>H.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>	<p>I.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>
<p>J.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>	<p>K.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>	<p>L.</p>  <p>lyser lyser ikke</p>

Vedlegg 2: Intervjuguide

Innledende

1. Hva er din alder?
2. Hva liker du å gjøre på fritiden?
3. Hva er ditt forhold til Vitensenteret?
4. Hva ønsker du å få ut av et besøk på et vitensenter, dvs. hvorfor er du her?
5. Overgang: Hva tenker du når du hører begrepet elektrisitet? Hva er dine erfaringer?

Attraktiv modell

6. Hva er førsteinntrykket ditt av utstillingen? Hvorfor?
7. Hvilke modeller fanget blikket ditt i større grad enn andre? Hvorfor tror du det?
8. Velg en av modellene du synes utmerket seg, og fortell hvorfor.
9. Hva er de viktigste egenskapene ved en modell for at du skal oppsøke den? Begrunn svaret ditt. *Hva gjør en modell tiltrekkende? Hvorfor får du lyst til å gå bort til en modell?*
10. *I enden av en lang gang står det fire modeller – hva gjør at du velger den ene fremfor de tre andre?*

Utforskende

11. Hvilke modeller utforsket du mest? Hvorfor akkurat disse modellene?
12. Hvilke modeller utforsket du minst, hvorfor?
13. Hvordan må en modell være for at du skal kunne utforske den mest mulig? Noen typiske kjennetegn eller egenskaper den må ha? *Hva skal til for at du skal utforske en modell grundig?*
14. Hvilke fordeler ser du ved å være flere om et besøk i denne utstillingen? Hva kan du oppnå ved å være tre stk fremfor en i denne utstillingen, hvorfor er det viktig/ikke viktig? Ser du noen ulemper?

Hvilke egenskaper gjør en modell i stand til å formidle kunnskap

15. Hva legger du i det at en modell er *lærerik*? Hva er det man har lært? Hva føler du at du (sitter igjen med?) har lært når du har vært å sett på utstillingen nå. Uansett hva, så nevnt det her.

16. Hvilke modeller *lærte* du mest av, hvorfor?
17. Hvordan lærer du best i en slik utstilling, hvordan vil du helst lære fra en utstilling, vil du lære noe i hele tatt eller bare ha det gøy?
18. Beskriv en generell typisk modell som du mener formidler kunnskap. Hvorfor mener du det, hvorfor gjør den det?
19. Hva må til for at en lyspære skal lyse, forklar.
20. Hvilke områder innen elektrisitetslæren har du holdt på med inne på utstillingen nå?
21. Hvilke modeller opplevde du som uforståelige, hvorfor?

Avslutning

22. Gitt at elektrisitetsrommet skulle bygges på nytt, hvilke tre modeller ville du hatt med videre, og hvorfor?
23. Hvilke endringer ville du foretatt deg i rommet dersom du skulle hatt ansvaret for oppussingen?
24. Er det noen temaer innen elektrisitet du gjerne skulle lagt mer vekt på i det nye rommet?
25. Har du noe på hjertet?

Vedlegg 3: Kort beskrivelse av utstillingsmodellene

Statisk elektrisitet

Modellen viser prinsippet bak statisk elektrisitet, hvor besøkende kan gni på et rør og oppdage at noen korn fester seg til området på innsiden av røret.

Sveivegenerator

Arbeidet som utføres når besøkende sveiver på en stang på modellen omformes til elektrisk energi. Modellen viser besøkende at strøm kan produseres ved å utføre et arbeid.

Magnetmoro for de minste

Modellen består av ti-tolv små magneter som festes til hverandre slik besøkende selv vil, og hensikten med modellen er å la barn leke og fascinere seg over prinsippet bak magnetisme.

Termogenerator

Modellen viser hvordan strøm kan produseres ved hjelp av kroppsvarme. Modellen består av to plater med silisiumbrikker mellom seg. Den øverste platen varmes opp når besøkende legger hånda på den. Temperaturforskjellen mellom de to platene gjør at elektroner vandrer gjennom silisiumbrikkene, og danner elektrisitet til å drive propellen.

Håndbatteri

Modellen består av to kobber-, to aluminium- og to messingplater. Hensikten er å vise spenningsforskjellen mellom ulike metaller.

Kroppen leder strøm

Modellen viser prinsippet bak strømledere, og bruker i dette tilfellet menneskekroppen som en leder.

Solcellepanel

Modellen består av ledninger, ulike koblingsmuligheter og et solcellepanel. Besøkende skal lukke en krets for å få en diodelampe til å lyse. Modellen viser i tillegg hvordan et solcellepanel fungerer, og hvordan det kan brukes i dagliglivet.

Fotosyntesespill

Modellen er et flipperspill, hvor besøkende gjennom en spillsekvens skal samle vann, sollys og karbondioksid for å gjennomføre en fotosyntese.

Energisykkel

Modellen viser elektrisk effekt gjennom en sykkel som er koblet til en hårføner, radio og tv-apparat. Besøkende får et bilde av hvor mye energi det kreves for å oppnå en viss mengde Watt.

Energi-rotorblad (også omtalt som Spare-/glødepæremodellen)

Modellen viser forskjellen på en glødepære, en sparepære og en led-pære i forhold til hvor mye energi som kreves for å få de til å lyse.

Jacobs stige

Modellen består av to messingtråder med økende avstand. Når besøkende trykker på en startknapp tilføres trådene meget høy elektrisk spenning. Dette fører til at elektroner hopper over fra den ene tråden til den andre. Lufta rundt gnisten er lettere enn i lufta ellers i rommet, og gjør at gnisten stiger. Øverst er avstanden mellom trådene for store, og gnisten slukkes med et smell.

Elektromotor

Besøkende skal vekselvis sende strøm gjennom tre ulike spoler, og slik danne et magnetfelt. Inne i spolekrysset henger en magnet. Når det går strøm i spolene vil magneten nærmest spolen stille seg vinkelrett på den det går strøm i. På denne måten vil rotoren dreie rundt når besøkende sender strøm gjennom de ulike spolene med raske mellomrom.

Magnetisk tv-bilde

Elektronene på innsiden av tv-skjermen påvirkes av magnetfelt, og styres ved hjelp av elektrisk kontrollerte magneter dit de skal være for å få et fint bilde. Besøkende kan forstyrre bildet ved å skyve ekstra magneter over skjermen, og endre elektronenes baner.

Leik med kompass

Modellen består av en ledning det går strøm i, og et kompass. Besøkende får sett at strøm i en ledning påvirker en magnetnål.

Stødighetstester

Modellen går ut på at besøkende skal føre en sirkel gjennom en løype uten å berøre metallet. Dersom metallet berøres piper det, og antall berøringer vises på et telleapparat.

Batteri

Modellen består av to glass med eddik og vann, i tillegg til en sink- og en kobberstav i hvert glass. På grunn av egenskapene til eddik og vann, og sink og kobber, gir modellen et bilde på hvordan negativt ladde elektroner søker seg mot positive atomer.

Induksjon

Modellen består av en skive med to magneter på hver side, som passerer to spoler dersom man dreier på den. Modellen skal vise prinsippet med induksjon.