

## Prosjektoppgave 2013

Av

*Lene Katrine Opsjøn*

PROSJEKTOPPGAVE HØST 2013  
FOR  
STUD.TECHN. LENE OPSIØN

**Utvikling av miljøvennlig og lavkost belysning**



Bruk av parafinlamper er fortsatt meget utbredt som lyskilde i underutviklede områder i land som Kenya. Det som er kos og hygge i norske hytter er en stor belastning i slike områder. Sot fra parafinlamper fører med seg helseskader, mange barn får svekket



syn, øyesmerter og pustevansker. Dessuten er kostnadene for parafin store, ofte kan de stå for 20-25 % av utgiftene for en husstand.

Oppgaven utføres i samarbeid med ARC-Aid og Ingeniører uten grenser. ARC- Aid er en norsk bistandsorganisasjon lokalisert i Kristiansand som driver et større senter for utvikling i Nyanza / Kenya, med bl.a. et teknisk laboratorium, Fablab, som er etablert i et samarbeid med MIT. Målet med FabLab er å oppmuntre enkeltpersoner til å skape smarte enheter for seg selv og lokalmiljøet.

Hensikten med oppgaven er å finne frem til alternative miljøvennlige lavkost lyskilder tilpasset lokale behov og helst med mulighet til lokal produksjon og forretningsvirksomhet.

Oppgaven omfatter følgende punkter:

1. Analyse og beskrivelse av dagens løsning (produkt, teknologi og marked)
2. Gjennomføring av en behovsanalyse for en brukerkravspesifikasjon
3. Utredning av eksisterende teknologier
4. Utarbeiding av en overordnet produktkravspesifikasjon
5. Utvikling, presentasjon og evaluering av et mangfold av prinsippstrukturer
6. Valg av noen lovende prinsipper og videre detaljering på konseptnivå
7. Evaluering og presentasjon av valgt metodikk og resultatene, spesielt med hensyn til en eventuell videreføring av prosjektet

Oppgaven skal aktiv ta i bruk PU - journal.

Tre (3) uker etter utlevering av prosjektoppgaven leverer kandidaten et A3-ark med tekst og bilder som beskriver hva oppgaven går ut på (en papirversjon og et elektronisk eksemplar i pdf-format). Mal for arket finnes på instituttets hjemmeside på siden for "prosjekt og fordypningsemner" (<http://www.ntnu.no/ipm/prosjekt>).

Arbeidet i prosjektoppgaven skal risikovurderes. Hovedaktiviteter som er kjent/planlagt skal risikovurderes ved oppstart og skjema skal leveres innen 3 uker etter utlevering av oppgavetekst. Alle prosjekt skal vurderes, også de som kun er teoretiske og virtuelle. Skjemaet må signeres av veileder. Risikovurdering er en løpende dokumentasjon og skal gjøres før oppstart av enhver aktivitet som KAN være forbundet med risiko. Kopi av signert risikovurdering skal være inkludert i vedlegg ved levering av rapport

Senest 1 uke før innlevering av prosjektoppgaven skal kandidaten levere et A3-ark som illustrerer resultatet av arbeidet (en papirversjon og et elektronisk eksemplar).

Prosjektarbeidene presenteres som muntlige foredrag 25. oktober. Det er obligatorisk frammøte for alle prosjektkandidater under foredragene.

Innleveringsfrist for prosjektbesvarelsen er 19. desember innen kl 15:00. Besvarelsen leveres i to papirversjoner og elektronisk på e-post til [jorunn.hvalby@ntnu.no](mailto:jorunn.hvalby@ntnu.no).

Ved bedømmelsen legges det vekt på at problemstillingen presenteres klart, at besvarelsen er skikkelig gjennomarbeidet og at kandidaten gir en selvstendig framstilling av stoffet med egne vurderinger.

Besvarelsen skal ha med oppgavetekst og skal forsynes med innholdsfortegnelse. I forordet skal det stå hvilke fordypningsemner kandidaten tar. Rapporten innledes med en klar formulering av problemstillinger bearbeidet i prosjektet, et sammendrag av viktige resultater, og konklusjoner. Rapporten skal være på maksimum 30 sider, inklusive skisser innarbeidet i tekst. Eventuelle tabeller, tegninger, detaljerte skisser, fotografier, med videre, kan medtas i et bilag som regnes i tillegg til de 30 sider. I besvarelsen henvises til de respektive steder i vedleggene, men besvarelsen skal skrives slik at den kan leses uten vedlegg. Figurer og tabeller skal inneholde alle nødvendige påskrifter. Litteraturhenvisninger skal være fullstendige med angivelse av forfatter, bok (artikkel), tittel, forlag, årstall og sidenummer. Henvisninger foretas ved nummer i teksten og dette refererer til en nummerert litteraturliste bak i rapporten.

Kontaktpersoner:

Kjellan Spinnangr  
Petter Vollestad

Arc-Aid  
IUG - NTNU



Detlef Blankenburg  
Faglærer



NTNU  
Norges teknisk-  
naturvitenskapelige universitet  
Institutt for produktutvikling  
og materialer

## Sammendrag

Det eksisterer i dag et globalt engasjement for å redusere bruken av parafinlamper i verden. Flere statlige og frivillige organisasjoner ytrer planer og utarbeider avtaler som har mål om å erstatte parafinlamper med fornybare energikilder. Årsaken til dette er at bruken av parafin er knyttet til store klimagassutslipp med helseskadelige effekter.

Denne prosjektoppgaven er et ledd i et arbeid med å fremme et alternativ som kan erstatte parafinlamper i verdens utviklingsland. Prosjektoppgavens mål er å legge til grunn alle sosiale og kulturelle forhold, samt utredning av teknologi som er aktuelt å benytte i en løsning.

Det geografiske utgangspunktet for oppgaven er Majiwa Village sørvest i Kenya. I denne delen av Kenya er elektrifiseringsraten på 1,25% og størstedelen av befolkningen benytter parafinlamper som eneste belysningskilde. De totale utgiftene til parafin utgjør en betydelig del av innbyggerens inntekt, som ellers er en varierende kilde.

Til tross for de klare ulempene ved bruk av parafin som belysningskilde, har lampene et støtt fotfeste i befolkningen. De er forutsigbare, og innfatningene er ofte hjemmelaget og dermed billige. Utgiftene per innkjøp er relativt lave, og oppfattes ikke nødvendigvis som betydelig høye.

Dette belyser en viktig del av befolkningens mentale karaktertrekk. Langtids-tenking er ofte erstattet med *hva er best, her og nå*. Det er dyrt å være fattig, så det billigste blir prioritert over løsninger som kan lønne seg i det lange løp. Dette forutsetter da at teknologien som skal benyttes må legge til rette for lave engangsutgifter, i tillegg til å være helse- og miljøvennlig.

I oppgaven er det belyst flere viktige aspekter ved brukeren som den endelige løsningen må ta hensyn til, i tillegg til hva som er viktig ved planlegging av belysning. Etter utredning av eksisterende teknologi, presenteres de viktigste kravene i en produktkravspesifikasjon. Produktkravspesifikasjonen skal benyttes når prosjektoppgaven videreføres til master-oppgave, våren 2014.



## **Abstract**

This thesis is a part of an effort to promote alternative lighting sources in the world's developing countries, through product development. The demographic area has been Majiwa village, southwest in Kenya. Here, the electrification rate is at 1,25%, and most of the population use kerosene lamps as the only source of light.

The dangers concerning the kerosene, and its emissions, are a global matter that many non-profit organizations aim to do something about. Some of the hazards regarding kerosene-use are global warming, because of the carbon dioxide, respiratory diseases, such as lung cancer, and massive burns.

The main aim is to find a solution that can compete with the kerosene, in the term of cost. The population in the area are poor, and wants the cheapest product possible. Their biggest concern is the money, not the environment. It is expensive to be poor, because the cheapest solution may have high running costs.

This thesis enlightens important aspects regarding the user of the product and the cultural conditions, as well as stating some of the technologies that can be used for illumination. The study will continue in a master thesis, following fall, where the end product will be presented.

## Forord

Denne prosjektoppgaven er gjennomført som et samarbeid mellom Ingeniører Uten Grenser og Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, gjennom programmet Master med Mening. I mitt tilfelle er det samarbeidet med Arc-Aid for å finne miljøvennlig, lavkost belysning til utviklingsland, med utgangspunkt i landsbyen Majiwa sørvest i Kenya.

Instituttet for Produktutvikling og Produksjon stod for videreformidlingen av oppgaven, som skal videreføres til masteroppgave våren 2014. Ved instituttet har jeg gjennomgått fordypningseminene *Produktmodellering* og *Produkt-simulering*. Veileder av oppgaven har vært førsteamanuensis Detlef Blankenburg.

*Ninety percent of the world's designers spend all their time working on solutions to the problems of the richest 10 percent of the world's customers. A revolution in design is needed to reverse this silly ratio and reach the other 90 percent.*

-Paul Polak [1]

Mye av årsaken til at jeg ønsket å jobbe med nettopp denne oppgaven ligger i utsagnet av Paul Polak. I vår del av verden, der teknologiutviklingen skjer raskt, blir det lagt inn mer resurser på den kjøpedyktige delen av befolkningen og langt mindre på den fattigste, til tross for at de trenger det mest. Denne oppgaven ga meg muligheten til å utforske hvordan de fattiges hverdag er, og hvordan mye av det vi tar for gitt, er en kamp mellom liv og død i andre deler av verden.

For det er nettopp det! Forbruket av parafin som eneste belysningskilde er knyttet til risiko for luftveissykdommer og lungekreft, for ikke å nevne at det er brannfarlig. Store mengder svart karbon produseres hvert år, på spisebordet eller ved sengekanten til anslagsvis halvannen milliard mennesker, og jeg sitter her og irriterer meg over batterikapasiteten til mobilen som må lades hver dag.

Denne oppgaven vil ikke sette verden i perspektiv, men gi et forslag til hvordan alternative lyskilder med utgangspunkt i utviklingsland, kan utformes. Oppgaven er et forstudie som legger grunnlag for det endelige produktet, som vil presenteres i påfølgende masteroppgave.

Jeg vil med dette takke Detlef Blankenburg for å gi meg muligheten til å gjennomføre denne oppgaven, og veiledning gjennom hele semesteret. Kjellan Spinnangr i Arc-Aid for veiledning rundt forholdene og innsikt i en kenyansk hverdag, samt engasjement rundt oppgaven. Petter Vollestad ved Ingeniører Uten Grenser for oppfølging og planlegging av masteroppgave.



Lene Katrine Opsløn  
NTNU, desember 13

# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag .....</b>	<b>I</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>II</b>
<b>Forord.....</b>	<b>III</b>
<b>Innholdsfortegnelse .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabelliste.....</b>	<b>VI</b>
<b>Figurliste .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Bakgrunn.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Innledning.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Misjon.....	1
1.1.2 Visjon.....	2
1.1.3 Begrensinger.....	2
<b>1.2 Norsk bistand og utviklingspolitikk .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Norsk bistand til Kenya .....	3
1.2.2 Energy+ .....	3
<b>2 Metode.....</b>	<b>5</b>
2.1 Kartlegging av brukere og omstendigheter - behov.....	5
2.2 Kartlegging av teknologi.....	6
2.3 Spesifikasjoner.....	6
2.4 Kildekritikk.....	6
<b>3 Oversikt.....</b>	<b>7</b>
3.1 Kenya .....	7
3.2 Nyanza og Luo-folket.....	8
3.3 Bondo distriktet og Majiwa landsbyen .....	10
3.4 Dagens situasjon .....	11
3.4.1 Dagens situasjon lokalt.....	11
3.4.2 Konsekvenser av dagens situasjon.....	12
3.4.3 Fordelene ved dagens situasjon .....	13
<b>4 Bruker- og behovsanalyse .....</b>	<b>14</b>
4.1 Hvem er brukeren? .....	14
4.1.1 Brukerprofiler .....	16
4.1.2 Andre interessenters kriterier .....	18
4.2 Bruksmåte .....	19
4.3 Brukerkravspesifikasjon .....	20
4.4 Potensielle problemer ved innføring .....	21
<b>5 Lys.....</b>	<b>22</b>
5.1 Begreper og definisjoner .....	22
5.2 Normerte anbefalinger for belysningsstyrke i Norge .....	23
5.3 Planlegging av belysning .....	24
<b>6 Eksisterende teknologi.....</b>	<b>26</b>
6.1 Elektriske lyskilder .....	26
6.1.1 Primærbatterier .....	26
6.1.2 Solceller .....	27
6.1.3 Mekanisk energi.....	28
6.2 Kjemiske reaksjoner .....	28
6.2.1 Forbrenning.....	29

6.2.2	Fosforescens.....	29
6.2.3	Kjemiluminescens.....	30
6.2.4	Moser lamp .....	30
<b>7</b>	<b>Produktkravspesifikasjon.....</b>	<b>31</b>
7.1	Evaluering av teknologi.....	32
<b>8</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>34</b>
8.1	Videre arbeid .....	35
<b>9</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>36</b>
	<b>Vedlegg A – Kenyas politiske historie.....</b>	<b>A</b>
	<b>Vedlegg B - Storyboard .....</b>	<b>B</b>
	<b>Vedlegg C – Tester av belysningsstyrke .....</b>	<b>C</b>
	<b>Vedlegg D – Definisjon av egenskaper .....</b>	<b>F</b>
	<b>Vedlegg E – Evaluering av teknologi .....</b>	<b>H</b>
	<b>Vedlegg F – Risikovurdering.....</b>	<b>J</b>

## Tabelliste

Tabell 1 Statistisk oversikt, Kenya.....	7
Tabell 2 Statistisk oversikt, Bondo.....	10
Tabell 3 Brukerkravspesifikasjon.....	20
Tabell 4 Noen normerte belysningsstyrker.....	23
Tabell 5 Produktkravspesifikasjon .....	31
Tabell 6 Belysningsstyrke Whitegoods .....	C
Tabell 7 Testresultater .....	D
Tabell 8 Definisjoner av egenskaper .....	F
Tabell 9 Evaluering av teknologi.....	H



## Figurliste

Figur 1 Faser i arbeidet .....	5
Figur 2 Typisk luo hustun. Kilde: William R. Ochieng.....	9
Figur 3 Primær, sekundær og uønskede brukere, samt interessenter .....	14
Figur 4 Ayira - luo kvinne. Kilde: Anthrocivitas.....	16
Figur 5 Ocan - luo sønn. Kilde: underthepeel.....	18
Figur 6 Grafisk fremstilling av lysfordelingen. Kilde: Fagerhult .....	23
Figur 7 Telys.....	E
Figur 8 Lommelykt 1 .....	E
Figur 9 Lommelykt 2 .....	E
Figur 10 Bordlampe .....	E
Figur 11 LED-blits.....	E
Figur 12 Flaske m. LED-blits .....	E
Figur 13 Flaske illusasjon.....	E

# **1 Bakgrunn**

## **1.1 Innledning**

I den verden vi lever er det vanskelig å forestille seg en hverdag uten elektrisitet. Elektrisitet er en av grunnpilarene i en moderne verden, og uten den vil mange påstå at vi hadde vært hjelpeløse. I et land som Norge, der det store deler av året er preget av mørketid, brukes det omlag 16 terrawattimer (TWh) til belysning[2].

I Kenya, et land med over 44 millioner mennesker, er kun 16% av befolkningen knyttet til det nasjonale kraftnettet[3]. Størstedelen av befolkningen, hele 79%[4], bor i rurale områder, og der er elektrisitetsraten på ringe 5%. Dette fører til at befolkningen må ty til alternative metoder for å dekke de nødvendighetene elektrisiteten ellers kunne dekket.

Parafinlamper er den dominerende formen for belysning hos befolkningen der det ikke er tilgang på elektrisitet og steder der kraftnettet er så dårlig at et strømbrydd vil forekomme hyppig. 9% av petroleumen som blir importert til Kenya er parafin som benyttes som lampeolje[5]. Dette utgjør en betydelig utgift for landet som helhet, og for hver enkelt forbruker.

I tillegg til store utgifter knyttet til parafinforbruk innehar bruken flere negative sider. Røyken fra parafinen inneholder hydrokarboner[6], som ved inhalering kan føre til irritasjon i luftveier og pustevansker, og ved langvarig eksponering kan føre til lungekreft og død. The World Bank har estimert at røyken fra parafinlampene tilsvarer å røyke to pakker med sigaretter daglig og to tredjedeler av de som dør av lungekreft, har aldri røkt en sigarett[7]. Brannskader, svekket syn, øyesmerter og nedbrente hjem er også vanlige utfall av den hyppige parafinbruken, for ikke å nevne den oppvarmende effekten emisjonen har på kloden.

Per dags dato finnes det mange produkter på markedet som tar sikte på å løse problemstillingen rundt off-grid lyskilder som kan erstatte parafinlampen. Solcellebaserte lamper er blant de løsningene som er introdusert og har hatt påstått stor suksess i enkelte utviklingsland.

### **1.1.1 Misjon**

Denne oppgaven har som hensikt å legge til grunn omstendigheter rundt brukene og området, hvilket er viktig å ta i betraktning ved produktutvikling av miljøvennlig og lavkost belysning, der det er ønske at det skal bli tilrettelagt for mest mulig lokal produksjon og forretningsvirksomhet. Dette gjøres gjennom analyse av bruker og behov, samt eksisterende teknologi med mulighet for lokal produksjon. Funnene utgjør retningslinjer for å sette en produktkravspesifikasjon. Oppgaven skal videreføres til masteroppgave til våren 2014, der konseptutvikling som fører frem til et optimalt produkt, gjennomføres.

### 1.1.2 Visjon

Om et slikt produktet blir vellykket, og implementering av et alternativ til parafinlamper skal vise seg mulig, kan dette ha stor betydning for både lokalbefolkningen og det globale samfunn. Produksjon av teknologi i nærmiljøet kan føre til økt kunnskap, og igangsette en utvikling og forbedring av befolkningens levekår. Det kan også ses på hvordan denne løsningen kan implementeres i flere utviklingsland, der problemet er tilsvarende. På verdensbasis er utslipp av klimagasser et stort problem. Ved å eliminere parafinbruken blir en kilde til svart karbon (sot) redusert, og dette kan senke hastigheten på temperaturøkningen vi i dag opplever.

### 1.1.3 Begrensinger

Brukere er i denne oppgaven begrenset til befolkningen i landsbyen Majiwa, i Nyanza, Kenya, som per dags dato ikke er koblet til det nasjonale kraftnettet og benytter parafinlamper som lyskilde. Til tross for at det er tatt utgangspunkt i én landsbys beboere, er det ikke grunn til å tro at anbefalingene og egenskapene presentert, ikke er relevante for andre lignende situasjoner.

Under utredning av eksisterende teknologi er det valgt å fokusere på løsninger som kan produsere lys off-grid, det vil si uavhengig av kraftnettet. Det er derfor ikke fokusert på store installasjoner, som kraftverk, for eventuell implementering.

Løsninger som er mindre miljøvennlig og helsefremmende enn dagens løsning, er ikke vurdert i denne oppgaven. Det er satt fokus på bærekraftige løsninger som skal ha lavt utslipp av drivhusgasser ved fremstilling av belysning eller elektrisitet.

## 1.2 Norsk bistand og utviklingspolitikk

Bistand defineres som den finansielle støtten Norge gir mottakerland[8]. Støtten kan være både offentlig og privat finansiert. Norsk bistand lå i 2012 på 27,6 milliarder norske kroner i følge Norad[9]. De 111 landene som mottok bistand fra Norge ligger i all hovedsak i Midt- og Sør-Amerika, Afrika og Asia. Norsk bistand til Afrika ble redusert fra 800 millioner i 2008 til 355 millioner i 2012.

Bistanden Norge gir har som formål å fremme menneskerettigheter og virke fattigdomsreducerende, noe som inngår i Norsk utviklingspolitikk[10]. Norsk utviklingspolitikk kan deles opp i fire enkelte hovedmål, styrke fattiges posisjon, legge til rette for en bærekraftig utvikling, sikre globale goder og styrke globale kjøreregler og utnytte norske fortrinn og erfaringer. Et utdrag av hovedmålene og mer detaljering, hentet fra Norad sine sider, er presentert under.

#### *Styrke fattiges posisjon*

*Norsk utviklingspolitikk skal utfordre den skjeve maktfordelingen i og mellom land, og bidra til at så mange som mulig får dekket sine grunnleggende behov, gjennom en prosess som ivaretar og fremmer den enkeltes rettigheter. Kvinner rettigheter og likestilling er et viktig aspekt i politikken.*

*Legge til rette for bærekraftig utvikling*

*Utviklingspolitikken skal være en del av løsningen på de alvorlige miljøutfordringene knyttet til klimaendringer og tap av biologisk mangfold. En slik tilnærming skal være et bidrag til å realisere FNs tusenårsmål, bedre fattiges levevilkår og helse, og til å løse de globale miljø- og naturressursutfordringene.*

*Sikre globale goder og styrke globale kjøreregler*

*En bredere og mer helhetlig utviklingspolitikk må se sammenhengen mellom nasjonale og globale utfordringer, og hvordan interesser kan være felles på tvers av landegrenser.*

*Utnytte norske fortrinn og erfaringer*

*Norsk bistand skal tilbys der Norge regnes å ha særskilt kompetanse, som klima, miljø og bærekraftig utvikling, fredsbygging, menneskerettigheter og humanitær bistand, olje og ren energi, kvinner, og likestilling, godt styresett og kamp mot korrupsjon.*

Kilde: [10]

Regjeringen har gått ut med de viktigste temasatsningene for 2013, innenfor de overnevnte målene. Deriblant er energi til alle, med økt satsning på fornybar energi[11].

### **1.2.1 Norsk bistand til Kenya**

Norsk bistand til Kenya startet allerede i 1965, og landet har lenge vært på listen over de landene som fikk mest finansiell støtte. I 1990 kritiserte Norge, Kenyanske myndigheter for brudd på menneskerettighetsloven, og støtten opphørte[12]. Fire år senere gjenopptok Norge bistanden til Kenya, men støtten skulle ikke lenger gå gjennom staten, men til private organisasjoner etablert i Kenya[13].

I 2012 ga Norge Kenya 84,1 millioner norske kroner øremerket diverse forhold. 48 millioner gikk til det Norad kaller "Godt styresett"[14]. Midlene gikk til forebygging av uro og konflikter under valget av ny president i 2013. Ettersom den kenyanske offentlige sektoren har en historie med korrupsjon, gikk støtten til African Union (AU), som skulle sikre demokratisering, bevisstgjøring om retts-systemet og menneskerettigheter, samt mobilisering av befolkningen under valget i 2013.

Menneskerettigheter, kvinner og likestilling, og klima og miljø er andre områder den norske bistanden går til. I et land med historie av diktatur og mye urett er Norges arbeid med støtten av innføringen av den nye grunnloven sentral. Den nye grunnloven skal sikre befolkningens rettigheter, uansett kvinne eller mann.

### **1.2.2 Energy+**

Norge og Kenya har undertegnet i 2012 en avtale som skal sikre bærekraftig utvikling i landet gjennom ren energi[15]. Denne avtalen innebærer at parafinlampene, som benyttes i store deler av Kenya, skal byttes ut med fornybare energikilder, og at det skal benyttes kokeovner til matlaging. Avtalen

er en del av programmet Energy+, som har som hensikt å øke energitilgangen til fattige, og samtidig hindre økt utslipp av forurensende gasser.

Energy+ er en initiativavtale mellom Norge og Etiopia, Kenya, Liberia og Bhutan. Norge vil i løpet av fire år finansiere prosjekter som har som formål å sikre landene tilgang på fornybar energi, og har estimert å bruke omkring én milliard kroner på dette. Det spesielle med denne avtalen er at utbetalingene vil gjøres på etterskudd, og kun der prosjektene kan vise til tydelige resultater[16].

Det er imidlertid ytret kritikk knyttet til Energy+. Et halvt år etter at avtalen ble underskrevet er det mye fortsatt på planleggingsstadiet, og det kan vises til lite konkret forbedring. Samarbeidet og kommunikasjonen mellom landene, private aktører og utenriksdepartementet (UD) kritiseres for å ikke være tilstede, og det er mye som tyder på at planleggingen var kommet for kort da initiativet ble undertegnet.

Ønsket som påpekes gjennom Energy+ er å forvandle energisektoren i de berørte landene, og få myndighetene til å drive dette frem. Dette skal gjøres ved å klargjøre sektoren for finansiering på nasjonalt nivå. Norplan gjennomførte en risikovurdering av prosjektet i Kenya, der de konkluderte med at det var lite oppslutning rundt Energy+ i det kenyanske finans- og miljødepartementet. Energiministeriet mente "Dette er den største enkelte trusselen mot Energy+ i Kenya"[17].

Et annet hyppig forekommende problem, som også er nevnt over, er korrupsjonen i myndighetene i Kenya. I rapporten fra Norplan hevdes det at "energiesektoren er trolig en av de mest korrupte i Kenya" og at enkelte etniske grupper drar større fordel av statlige institusjoner[17].

*Kerosene-free Kenya programme* er en del av Energy+, der planen er å redusere mengden parafin som blir brukt til 3 millioner tonn, for å redusere CO<sub>2</sub> utslippet med 400 000 tonn per år[18]. Dette er et steg på veien til et kenyans samfunn der det ikke benyttes parafin til belysning og matlaging, og et friskere Kenya.



## 2 Metode

Det er valgt å bruke IPM-modellen, modellen til Instituttet for Produktutvikling og Materialer, som fremgangsmåte i denne oppgaven, der trinnvise faser av prosjektet er med på å skape større forståelse rundt bruker og produktkrav[19]. Dette er en iterativ prosess der en må gå flere omganger for å komme frem til den optimale løsningen som tar hensyn til alle krav som stilles.



Figur 1 Faser i arbeidet

Oppgaven tar for seg de første fasene i IPM-modellen; visjon, behov og teknologianalyse, og deler av konseptutviklingen. Modellen fortsetter med fasene struktur og utforming. I tillegg til IPM-modellen har menneskesentrert design vært et verktøy som er benyttet. Dette er benyttet som en grunntanke gjennom hele rapporten. Gjennom menneskesentrert design skal hovedfokus alltid være på mennesket det designes for[20]. Modellen beskriver ulike metoder for å avdekke brukerens behov.

Fase en, visjon, ble klargjort tidlig i prosjektet. Der ble det bestemt at utviklingen av et nytt produkt ved hjelp av eksisterende teknologi skulle gjennomføres. Oppgavens gitte mål ble utgangspunktet for denne formuleringen, som er beskrevet i innledningen.

### 2.1 Kartlegging av brukere og omstendigheter - behov

I en behovsanalyse er det ønskelig å kartlegge brukeren og omstendigheter som berører produktet gjennom intervju og observasjon. I denne oppgaven er brukeren ikke tilgjengelig for observasjon ettersom feltreise til Kenya ikke ble gjennomført under arbeidet. Det har derfor vært hensiktsmessig å snakke med mennesker som har vært i området, og har erfaringer med kulturen og omstendigheter. Veileder i Arc-Aid, Kjellan Spinnangr, har konsultert i denne fasen, i tillegg har masteroppgaven *Power to the people – How sustainable energy services can be facilitated through grass root development* av Marius Halkinrud Thoresen[21] blitt benyttet. Thoresen tilbragte to måneder i det aktuelle området i 2009. Gjennom intervjuer og observasjon undersøkte han mulighetene for innføring av fornybar energi. Gjennom dette fikk han et innblikk i kulturen og særpreg ved folkegruppen Luo.

Det er også benyttet litteraturstudie i denne delen. Boken *People Round the Lake* av William R. Ochieng har vært til hjelp for å forstå omstendighetene i hjemmet[22].

Human Development Report (HDR)[3] har vært en nyttig kilde for funn av statistiske data om Kenya. Tallene er sammenlignet med tall fra The World Factbook av Central Intelligence Agency (CIA)[23]. Der det ikke er samsvar, er de nyeste tallene benyttet.

Kampen mot parafinlampene er et tema som mange engasjerer seg i. Flere statlige og frivillige organisasjoner tar del i det globale problemet. Organisasjonenes nettsider er benyttet for å få en større bredde i forståelsen av problematikken og omfanget.

## **2.2 Kartlegging av teknologi**

Under kartleggingen av eksisterende teknologi er det gått bredt ut, der uortodokse teknologier er tatt med i første omgang. I Produktutviklingsjournalen (PU) er de teknologiene som ikke ble tatt med videre nevnt. Under dette er det ikke satt krav til kredibilitet eller gjennomføringsevne. Alt som kan være en mulig kilde til lys bør være med. Her er det benyttet søk på nett, samtaler med andre personer og egne idéer.

Senere er de mer anerkjente metodene valgt å gå videre med. Årsaker til at noen idéer er ekskludert kan være for lite tilgang på informasjon, eller liten gjennomførbarhet. Lyskultur sine publikasjoner er benyttet for å skape et rammeverk rundt teknologien, og oppnå forståelse rundt aspektet lys.

## **2.3 Spesifikasjoner**

Gjennom behov- og teknologianalyse fremstilles en rekke krav og ønsker til produktet. Disse samles i en produktkravspesifikasjon. Ettersom flere behov, krav og ønsker avdekkes, på grunn av større forståelse, oppdateres spesifikasjonen fortløpende. Den vil ha en endelig form, først når produktet er produsert, og klart for salg.

## **2.4 Kildekritikk**

Ettersom mange antakelser var gjort før undersøkningen startet, har det vært ønskelig å finne kilder som bekreftet eller avkreftet antakelsene. Mye av informasjonen som er innhentet har blitt gjenfortalt av personer som har erfaringer fra feltet, og subjektive meninger kan ha preget informasjonen.

Deler av litteraturen som ble benyttet under kartlegging av kultur er relativt gamle. Dette betyr ikke nødvendigvis at de feilinformerer, men at en bør være kritisk til alt som står i dem. Kenya er i stadig utvikling, og mye har forandret seg fra 60-tallet, men det er også grunn til å tro at tradisjonen sitter sterkt hos et folk. Den statistiske oversikten over Bondo distriktet er noe utdatert, men slike data er ikke lett å få tak i. Den er derfor inkludert i oppgaven.

Kenyanske hjemmesider er preget av at IT-utviklingen i landet går sakte. Det er vanskelig å navigere seg frem, samt få tilgang på informasjon som ligger der. Dette er årsaken til at få kenyanske hjemmesider er benyttet.

### 3 Oversikt

#### 3.1 Kenya

Tabell 1 Statistisk oversikt, Kenya

Lokasjon	Øst-Afrika
Totalt areal	580 367 km <sup>2</sup>
Befolkningstall	44 037 656 (2013)
Befolkningsvekst	2,27 % (2013)
Naboland	Etiopia, Somalia, Sør-Sudan, Tanzania og Uganda
Hovedstad	Nairobi
Etniske grupper	Kikuyu 22%, Luhya 14%, 13 %, Kalenjin 12%, Kamba 11%, Kisii 6%, Meru 6%, andre Afrikanske 15%, ikke-Afrikanske 1%
Språk	Engelsk (offisielt), Kiswahili (offisielt), andre lokale språk
Religion	Protestanter 47,4%, Katolikker 23,3%, Muslimer 11,8%, Tradisjonelle 1,6 %, Andre 1,7%
Forventet levealder	63,29 år (2013)
Lese- og skriveferdigheter (andel av befolkningen på 15 år og over som kan skrive og lese)	87,4 % (2010)
BNP (offisiell valutakurs)	\$ 41,12 milliarder (2012)
BNP (PPP) per innbygger	\$ 1 800 (2012)
HDI rate (0-1, der 1 er best)	0,519 – kategorisert som lav (2012)
Flerdimensjonal fattigdom	47,8 % (2011)
Andel som lever under fattigdomsgrensen (inntekt på \$1,25 per dag)	43,4 % (2011)
Dødsrate (voksne)	Kvinner 282 av 1000 (2009) Menn 358 av 1000 (2009)
Arbeidende (25 år og oppover)	75,9 % (2011)
Livstilfredshet (1-10, der 10 er best)	4,4 (2011)
Tillit til andre*	10 % (2011)
Tilfreds med samfunnet	69,3 % (2011)
Elektrifisering	16,1 % (2009)
Fødsler per kvinne	4,6 (2012)

\* En undersøkelse gjennomført av Gallup World Poll der spørsmålet var som følger:  
"Generally speaking, would you say that most people can be trusted or that you have to be careful in dealing with people?"

Kilde: [23] [3]

Kenya er et land omkring 44 millioner mennesker lokalisert i den østlige delen av Afrika. Landet er ligger på 145. plass på HDI-skalaen, indeksen for menneskelig utvikling, noe som er kategorisert som et land med lav-

utviklingsland. 43,4% av befolkningen lever under den internasjonale fattigdomsgrensen på \$1,25 per dag. Bortimot 79 % av befolkningen lever i landsbyer[4], utenfor urbane bykjerner, og levebrødet til de fleste kenyanere jordbruk. Kun 16 % av befolkningen er tilkoblet det nasjonale kraftnettet, hvilket betyr at store deler av folket mangler strøm til daglige gjøremål.

Klimaet i Kenya varierer fra tropisk i kystområdene til tørke innlands. Det er to regnperioder i løpet av året[24], som kenyanere er svært avhengig av, ettersom landbruksproduktene består av te, kaffe, mais, sukker, frukt, grønnsaker, melkeprodukter, oksekjøtt, svinekjøtt, hønsekjøtt og egg[23]. Det finnes en del småskalaindustri av plastikk, tekstiler, møbler, sigaretter og lignende, i tillegg til oljeraffinering og skipsreparasjon. Turisme er også en viktig næringskilde for Kenya. Eksportvarer er blant annet te, bruksartikler, kaffe, petroleum fisk og sement. Viktige importvarer er maskinelt- og transportutstyr, petroleumsprodukter, kjøretøy, jern, stål, harpiks og plastikk.

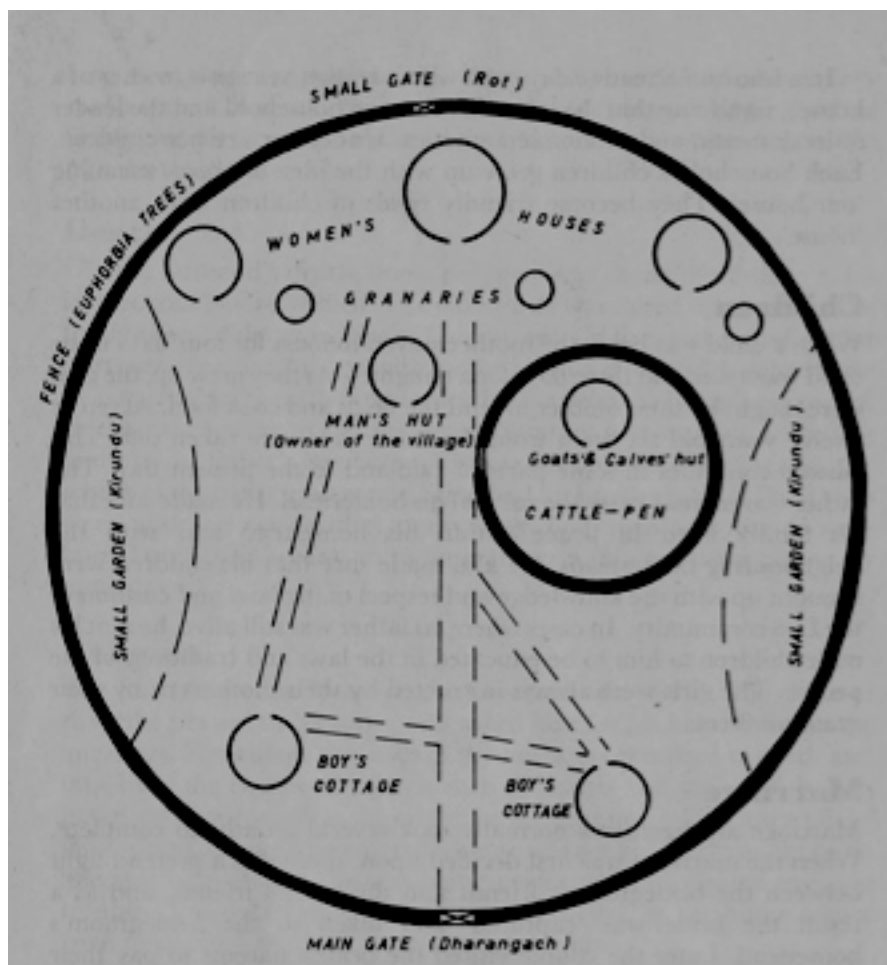
I vedlegg A er Kenyas politiske historie vedlagt.

### **3.2 Nyanza og Luo-folket**

Nyanza er en av de åtte provinsene Kenya er delt opp i, og er den femte største. Provinsen ligger sørvest i landet, og omslutter den kenyanske delen av Viktoriasjøen, Afrikas største festkvannssjø[25]. Nyanza betyr *en stor mengde vann* på bantu-språket. Klimaet i provinsen er tropisk og hovedstaden i provinsen er Kisumu, den tredje største byen i Kenya. Det bor over fem millioner mennesker i provinsen og består hovedsakelig av Lou-folket, men det er også mindre folkegrupper som Gusii, Luhya og Kuria.

Lou-folket er den tredje største etiske gruppe i Kenya[26]. Folkegruppen finnes også i Uganda og Tanzania, men i Kenya er de hovedsakelig bosatt rundt Viktoriasjøen i Nyanza. Luo-folket emigrerte fra Sør-Sudan til Kenya mellom 1490 og 1560-tallet[22].

Til tross for at de fleste Luo-folkene er kristne, er det fortsatt en del av befolkningen som holder seg til den tradisjonelle kulturen, særlig de som er bosatt i landsbygdene[26]. Den tradisjonelle troen til Luo-folket er i stor grad preget av naturtro. De tror på skaperen av verden, Nyasaye, og ber til han gjennom deres forfedre[22]. I Luo-folkets tradisjonelle tro inngår også troen på sjelevandring. Et avdød familiemedlem kan komme igjen som et dyr, og derfor skal ikke dyr som kommer inn i hjemmet drepes. Sjeler som vandrer kan også tre inn i mennesker. Dette kan gi dem overnaturlige krefter, som helbredelse, hvilket ofte gjør dem til landsbyens medisinmann. Enkelte sjeler, som ikke er gode, kan komme inn i mennesker i form av sykdommer, eller heksekraft. Det er også tro på at enkelte mennesker kan forhekse en person, og forårsake sykdom. Naturen er hellig i den tradisjonelle troen, og trær, stener og høyder kan bli brukt som ofringssteder for å tilbe Nyasaye eller avdødde forfedre.



Figur 2 Typisk luo hustun. Kilde: William R. Ochieng

Luo-folket bor gjerne i klaner, der hele familier bor samlet. Mannen i familien har ansvaret for alle som bor i hans klan. Familien består av mannen, kone eller koner (flerkoneri blir mindre og mindre vanlig), barna deres, og gjerne deres barnebarn. Det er heller ikke uvanlig at farens brødre eller søstre og deres familier, også bor med dem. Er mannen velstående vil gjerne andre familiemedlemmer sende barna sine til å bo med han, ettersom han har mulighet til å ta vare på dem. Kvinnene har ansvaret for hvert sitt hus, i tillegg til alt som skjer i hjemmet og holder orden på økonomien. Om det bor flere generasjoner i samme klan, deler de ikke hus, men bor i sine egne hus i nærheten av hverandre. Se figur 2. De fleste får inntekten sin gjennom fiske, som enten blir solgt lokalt eller eksporteres til Europa, eller jordbruk, særlig i form av sukker- eller bomullsdyrking[26].

De eldre i hver klan danner det Luo-folket kaller et eldreråd. Dette rådet består av de eldste i de største klanene i området. Dette rådet tar seg av mindre overtredelser, og er en link mellom myndighetene og samfunnet[21].

Husene familien bor i kan variere ut ifra hvor velstående familien er. Noen bor i rektangulære hus med bølget metall-tak, men det er fortsatt noen som bor i runde jordhytter med stråtak. I jordhyttene er veggene laget av jord og pinner



for å armere, og taket blir holdt oppe med en påle[27]. Det finnes også noen nyere, og mer permanente hus, som er laget av murstein og jerntak. Mursteinshus er et uttrykk for en velstående familie og symboliserer prestisje i samfunnet.

### 3.3 Bondo distriktet og Majiwa landsbyen

Bondo distriktet er et av 11 distrikter i Nyanza. Nedenfor følger en oversikt over områdets demografi, helse og energi situasjon.

Tabell 2 Statistisk oversikt, Bondo

<b>Demografi</b>	
<b>Totalt areal</b>	972 km <sup>2</sup>
<b>Befolkningstall</b>	279 936 (2005)
<b>Befolkning på landsby</b>	233 542 (2005)
<b>Befolkning i urbane områder</b>	46 398 (2005)
<b>Gjennomsnittlig befolkningstetthet</b>	288 km <sup>2</sup>
<b>Befolkning under 25år</b>	58% (2002)
<b>Befolkningsvekst</b>	1,79% (2002)
<b>Totalt antall husholdninger</b>	56 607 (2002)
<b>Helse</b>	
<b>Forventet levealder: Kvinne, Mann</b>	48år, 55år (2002)
<b>Barnedødelighet</b>	11% (2002)
<b>Undervekt blant barn under 5år</b>	19,9% (2002)
<b>Barseldød</b>	6,2% (2002)
<b>HIV/AIDS prevalens</b>	29,4%(2002)
<b>Energi</b>	
<b>Antall husholdninger med elektrisitet</b>	705 (2002)
<b>% husholdninger med elektrisitet</b>	1,25% (2002)
<b>% handelssentrum med elektrisitet</b>	12% (2002)
<b>% husholdninger som bruker parafin, gass eller biogass</b>	65% (2002)
<b>% av rural befolkning som bruker solenergi</b>	1% (2002)
<b>% av husholdninger som bruker tradisjonell biogass (ved, kull)</b>	96% (2002)

Kilde: [21]

Majiwa, også kjent som Majewa, er en liten landsby som ligger i Bondo distriktet, nord for Viktoriasjøen. Befolkningen her bor spredt utover hele distriktet og det er ingen bykjerne. ARO Development Centre, Majiwa grunnskole, ungdomsskole og videregående skole, samt de to kirkene som finnes der er stedets hovedattraksjoner. Landsbyen Majiwa består av fem klaner, og har rundt 2250 innbyggere[21]. I 2009 var landsbyen ikke koblet til nasjonale kraftnettet, men det ble jobbet med dette. Til tross for dette arbeidet er det ikke forventet at alle husholdningene vil få tilgang til det nasjonale kraftnettet på grunn av den spredde bosettingen.

ARO Development Centre som ligger i Majiwa i Kenya, er et senter som brukes av ARC-Kenya og ARC-Aid, en norsk frivillig organisasjon med hovedkontor i Kristiansand. ARO senteret fokuserer på utviklingsaktiviteter som skal bedre befolkningens levekår, sysselsetting og helsefremmende arbeid. Eksempler på aktiviteter er Kenya Change-Agent, en vevegruppe for kvinner, opplæring i bruk av solvarmere, samt en helseklinikk og et barnehjem.

### **3.4 Dagens situasjon**

Problematikken rundt parafinlampene engasjerer det globale samfunn ettersom det har en mulig påvirkning på den omdiskuterte klimautviklingen. Flere internasjonale organisasjoner har utredet viktighetsgraden for å endre disse forholdene.

Energifattigdom defineres som mangel på tilstrekkelig moderne energi for å dekke de grunnleggende behovene som matlaging, varme og belysning[28]. Rundt 1,5 milliard mennesker i utviklingsland har ikke tilgang på energi, og rundt 2,5 milliarder mennesker bruker biomasse til å lage mat[29]. I tillegg kan en anta at rundt en halv milliard mennesker benytter kull til matlaging.

Tilgangen på energi er et viktig kriterium for utviklingen av et land, og mangel på dette kan ses i tråd med større sannsynlighet for dårlig helse og begrensede muligheter for egen utvikling. En rapport utarbeidet av United Nations Development Programme (UNDP) og Verdeselseorganisasjon (WHO) hevder at hele 84 % av befolkningen i Kenya mangler tilgang på elektrisitet, og hvis en sammenligner dette med nabolandene, ser man fort en trend[30]. Områdene i SSA (Sub-Saharan Africa) er blant de landene i verden som er dårligs stilt i forhold til energitilgang. Ettersom tilgang på energi kan ses på som en grunnpilar i utviklingsteori, er det nettopp dette et av satsingspunktene i Millennium Development Goals (MDG) også kalt tusenårsmålene. Målene i seg selv vil være vanskelige å gjennomføre om ikke tilgangen på energi ligger i bunn.

Det er tidligere nevnt noen av konsekvensene forbrenning av biomasse kan ha på helsen, og i land der en liten del av befolkningen er tilknyttet det fordelingsnettet, benyttes det kun biomasse til matlaging og belysning. Ettersom levevilkårene for befolkningen som bor i disse områdene allerede er svekket, gjør dette at tiltakene for å forbedre energisituasjonen i hjemmet er ennå mer kritisk. UNDP og WHO konkluderer rapporten med at målene som er satt, ikke kommer til å bli nådd innen 2015. Med de trendene de ser i utviklingen i landene trengs det større oppslutning blant landenes politikere, mer hensiktsmessige prioriteringer og tidligere retningslinjer må på plass før det blir mulig å investere i en langsiktig løsning.

#### **3.4.1 Dagens situasjon lokalt**

*Det blir mørkt klokken 18.00 og det skjer på noen få minutter. Det er ingen gatebelysning som kan lyse opp veien hjem for deg, når det er blitt bekmørkt. Ingen lys i husene du går forbi. Det eneste lille lyset du har, er det som skinner fra stjernene og månen. Når du endelig kommer hjem brenner det en liten flamme i*

*den hjemmelagde parafinlampen som står på bordet. Denne lille lampen er det eneste lyset i hele huset.*

*Etter noen timer med skolearbeid, kommer den vante hodepinen du gjerne får når du sitter for lenge ved parafinlampen. Du er fortsatt ikke ferdig med leksene du fikk med hjem fra skolen, men hosten trenger seg på og tårene renner fra øynene. Du tenker på de nabofamiliene som har råd til å kjøpe en solcelledreven lampe, mens du prøver å lese bokstavene på arket som blir mer og mer utydelig.*

Det er kvinnene i familien som har ansvaret for energien i hjemmet. Det er ingen selvfølge at parafin utsalget er i nærheten, og mange bruker flere timer på å hente den viktige parafinen[31]. Det er ikke uvanlig at det går 1-2 liter parafin til en lampe i løpet av en uke, og utgiftene knyttet til innkjøp av parafin kan være opp til 30 % av inntekten til en familie. En analyse gjennomført av Jennifer Tracy[32] viser at prisene på parafin øker i takt med den generelle prisen for olje. Videre konkluderer rapporten med at det i Kenya er 46 % dyrere å kjøpe parafin på landsbygdene fremfor å kjøpe det i de urbane områdene. Gjennomsnittsprisen for parafin solgt i landsbyene er 1,2 USD/liter, mens i urbane områder er prisen nede på 0,85 USD/liter. Mye av grunnen til den store forskjellen er at befolkningen i landsbyene kjøper lite av gangen, gjerne under en liter, hvilket gjør prisene høyere.

### **3.4.2 Konsekvenser av dagens situasjon**

Som nevnt over lever nå 84 % av befolkningen i Kenya av tradisjonell energi som biomasse og parafin til matlaging og belysning. Dette er en stor medvirkning i de høye dødstallene i utviklingsland. Det er estimert at 1,5 millioner mennesker dør som følge av parafinlampene hvert år[33]. Gassene som slippes ut gjennom røyken til parafinlampen kan føre til øyeinfeksjoner, luftveis infeksjoner og i verste fall til lungekreft. Det påstås at 65% av alle de som får lungekreft i dag, aldri har røkt en sigarett[34]. I tillegg til dette er brannskader et vanlig problem som kommer ved bruken av parafinlamper.

Denne historien er hentet fra et foredrag for TEDx, der Xian-Yi Wu forteller egenopplevde historier knyttet til bruken av parafinlamper i Asia[35].

*Xian-Yi Wu jobbet som bistandsarbeider i Øst-Timor. Mens han var der lærte han befolkningen i den lille landsbyen engelsk og jobbet som frivillig på et lite hospital. En dag han jobbet i klinikken, kom en liten gutt inn. "Han hadde brannskader på halve ansiktet, og det var et grusomt syn" sier Wu. Doktorene prøvde å behandle det så best de kunne, med salver og bandasje. Senere den dagen forhørte han seg med andre som bodde i landsbyen, og de fortalte at dette skjedde ganske ofte. Parafinlampene hang høyt oppe, og barn prøvde å få tak i dem. Slik sølte de glovarm parafin over hele seg selv. Befolkningen fortalte han at de ikke hadde noe annet alternativ til belysning.*

I tillegg til å være svært helseskadelig, er parafinen også forurensende. 144 millioner tonn karbonemisjon hvert år, er et resultat av den svært utbredte bruken. Med andre ord vil hver eneste parafinlampe i verden slippe ut et tonn

med karbongasser innen fem år. Gassen parafinlampene slipper ut består av svart karbon, hvilket har stor påvirkning på temperaturøkningen på kloden[36].

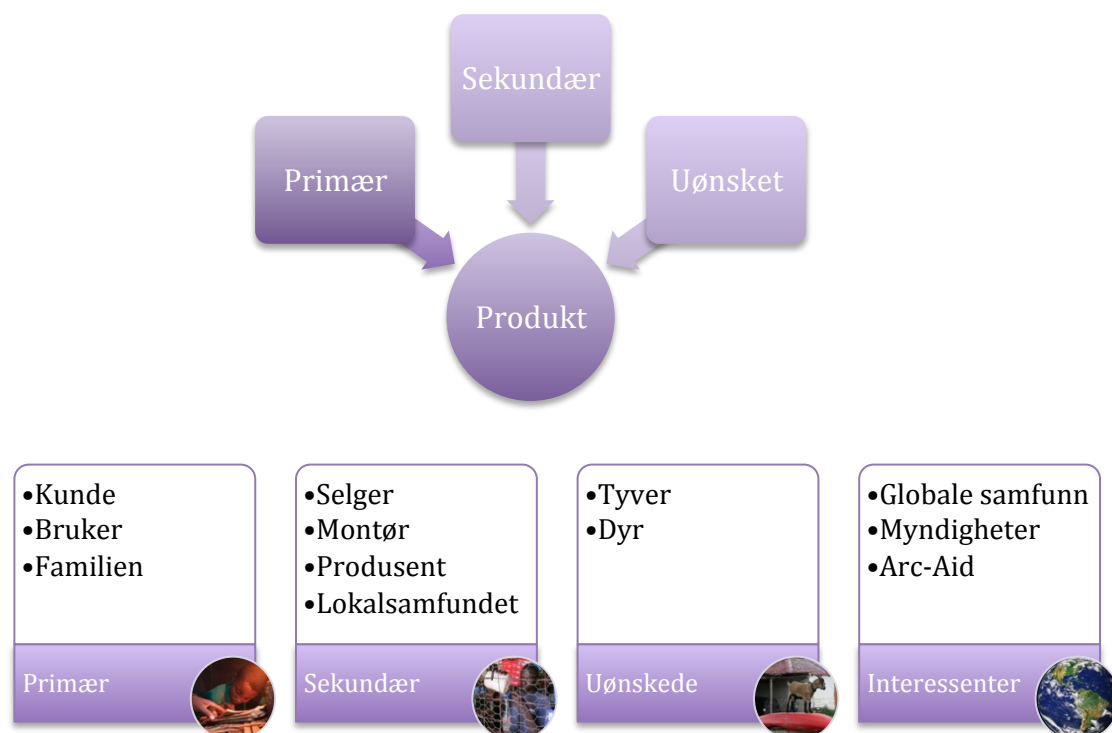
### **3.4.3 Fordelene ved dagens situasjon**

Til tross for de forurensende og helseskadelige aspektene ved parafinlamper, har den enkelte fordeler. Ettersom den har vært brukt i lange tider og har et godt fotfeste i befolkningen, er den forutsigbar og bærekraftig i form av at lampen varer lenge. Om noe skulle gå i stykker er det enkelt å få tak i nye deler eller lignende ettersom mange lager lyktene selv. Mange av lyktene er laget av medisinflasker, blikkbokser eller det de har liggende[37]. Parafinlampene oppfyller det kravet brukeren setter til den, den gir lys!

Siden parafinlampene ofte er hjemmelagde, er det kun utgiftene knyttet til parafin som løper. Som en engangsinvestering er prisen dermed lav, men ettersom parafin må kjøpes titt og ofte blir de langsiktige utgiftene betydelige større.

Ettersom småskala salg av parafin er svært utbredt i store deler av Kenya, er dette livsnæringen til enkelte i befolkningen. I et land med relativt høy arbeidsledighet er sysselsetting av befolkningen en stor gevinst.

## 4 Bruker- og behovsanalyse



Figur 3 Primær, sekundær og uønskede brukere, samt interessenter

### 4.1 Hvem er brukeren?

Som figuren over viser, er det flere grupper som har relasjoner til produktet. I videre tekst er det primærbrukerens egenskaper og behov som utredes. De sekundære og uønskede brukerne vil ikke ytterligere utdypes i dette kapittelet.

I denne oppgaven er det tatt utgangspunkt i at brukeren av produktet er befolkningen som bor i landsbyen Majiwa i provinsen Nyanza, vest Kenya, som per dags dato benytter seg av parafinlamper som eneste belysningskilde. Majoriteten av befolkningen i området er ikke koblet til det nasjonale kraftnettet, og har ikke elektrisitet i hjemmet. Luo-folket er den folkegruppen det bor flest av i dette området, og det er deres kultur og egenskaper det tas utgangspunkt i. Produktet er like relevant for alle i familien, men barn er en viktig bruker, ettersom det er de som oftest benytter seg av lampen til direkte leselys. For å få en bedre oversikt over brukernes egenskaper er de delt inn i overordnede karakteristikk:

#### Statistiske data

- Husholdningen har ingen tilgang på strøm. I følge HDR 2013 har kun 16,1% av befolkningen tilgang på det nasjonale kraftnettet. I Bondo distriktet har det kun 1,25% tilgang på elektrisitet[21].
- Inntektene er lave og 43,4% av befolkningen i Kenya lever på under 1,25 dollar om dagen. Dette tilsvarer 107,63 Kenyanske shilling (KES) eller 7,69 norske kroner. En månedslønn for befolkningen kan være på rundt 3000 KES (216 NOK)[21]. Ettersom inntekten er lav, er det mange familier som må nøye seg med en lampe på hele familien.

- Human Development Index på 0,519, hvilket vil si at landet er kategorisert som et underutviklet land[3]. Dette betyr blant annet at forventet levealder er lav, at befolkningen er underutdannet og at inntekten til befolkningen er lav.
- Språket som snakkes er av Luo-befolkningen Dholuo[26].
- Kriminalitetsraten er høy[38]. Tyverier og mindre kriminalitet er vanlig, særlig i urbane strøk.
- Kun 10 % av befolkningen sier, i følge en undersøkelse gjort for HDR 2013, at de har tillit til andre[3].
- Vanlige yrker blant brukere er bønder og fiskere, men også hjemmeverende eller studenter og elever[22].

### Omgivelser

- Mørkt mellom klokken 18.00 og 06.00[39].
- Husene som befolkningen bor i er små og de er laget av jord, samt blikktak eller gresstak, hvilket kan gjøre dem lett antenkelige.
- Gjennomsnittstemperaturen i området varierer fra 29 grader på det varmeste til 17 grader celsius på det kaldeste. Til tross for dette er det registrert maksimaltemperatur på 37 grader og minimumstemperatur på 12 grader[40].
- Den relative luftfuktigheten i området varierer fra 77 % på det meste og 41% på det laveste. Den er på det høyeste under og rett etter regntiden, det vil si månedene april, mai, juni og juli, og på det laveste før regntiden, desember, januar og februar[40]. Til tross for et tropisk klima forekommer perioder med tørke og støv fra jordveier.
- Det er lange avstander til andre hus og markeder.

### Mentale egenskaper

*Egenskaper påpekt i dette kapittelet er ikke dokumentert av forskning, men videreformidlet av mennesker som har opplevd kulturen.*

- Befolkningen er **konservative** og **skeptiske** til nye produkter.
- Tankegangen **det er dyrt å være fattig** er svært tilstedeværende blant befolkningen. Dette kan ses i sammenheng med at flere familier sliter med å få endene til å møtes, økonomisk.
- Sett i lys av påstanden ovenfor er det også grunn til å tro at befolkningen ikke tenker langsiktig, men heller hva som er mest gunstig **her og nå** i forhold til pris og innsparinger av kostnader i det lange løp.
- Under *statistiske data* er et punkt fra HDR 2013 dratt frem, befolkningen har **lite tillit** til andre. Dette kan ses i sammenheng med at enkeltmennesket står for seg selv, og vil ikke de andres beste. **Sjalousi, stolthet og misunnelse** er viktige punkter under dette.

### Mentale egenskaper fortsetter

- **Dependency thinking** er svært utbredt og kan defineres som sinnstilstand der en er avhengig av støtte fra andre. Støtten kan være fra familiemedlemmer eller myndigheter, men kritikere mener dependency thinking stammer fra internasjonal bistand til befolkningen, hvilket **svekket befolkningens initiativtaking** til egen vekst og utvikling.
- Man kan på mange måter si at kulturen er **gammeldags**. Eldrerådet, som er beskrevet under kapittelet *Nyanza og Luo-folket*, er et eksempel på dette. De eldste vet best!
- Under kapittelet *Nyanza og Luo-folket* er troen til Luo-folket beskrevet. Man kan på mange måter si at de er et **overtroisk folk**, som tror at både enkeltmennesker og natur har mystiske krefter.
- Troen på **Chira**, en syndig konsekvens, står fortsatt sentralt i Luo-folkets hverdag. Chira kan på mange måter sammenlignes med Karma, men Chira er i all hovedsak forbundet med Luo-folkets forklaring på sykdommers årsaker. Chira er, kort forklart, en konsekvens av en persons dårlige handlinger som resulterer i sykdom gjerne forbundet med AIDS.
- Til tross for stadig større erkjennelse blant befolkningen rundt klimamessige aspekter, er det lite **kunnskap** om situasjonen rundt skadene ved bruk av parafinlamper. Dette kan ses i lys av at folk flest er underutdannet.
- Det er lite interesse for **vedlikehold** av produkter.

#### 4.1.1 Brukerprofiler

*Grunnen til at brukeren formidles som en kvinne, og ikke en mann, er fordi det er kvinner som er ansvarlige for energien i hjemmet. Om det skal tilrettelegges for endret energibruk i hjemmet, er det hensiktsmessig at det går gjennom kvinnen.*



Figur 4 Ayira - luo kvinne. Kilde: Anthrocity

#### Ayira (30) fra Majiwa

Ayira bor sammen med sin mann, Otem, deres fire barn og Otems mor. Otem har sitt eget hus midt på gårdstunet, mens Ayira har sitt hus bakerst på tunet. De tre døtrene bor med deres bestemor, og den eldste sønnen har et eget hus ved inngangen av plassen.

Det er Ayira som har ansvaret for at familien har nok energi i hjemmet og

ettersom hun ikke selv jobber er hun avhengig av pengene mannen tjener ved salget av mais og det de dyrker på jordene. Sønnen er den eneste i familien som går på skole, ettersom de ikke har råd til å betale for døtrenes skolegang. Otems mor tar seg av døtrene, og lærer dem passe jordene og lage mat.

Ayira ønsker at døtrene også skal lære elementære skrive- og leseferdigheter, så om kveldene samles hun og barna i hennes hytte for å gjøre lekser. Ettersom familien ikke har råd til solcellelamper benytter de seg av den tradisjonelle parafinlampen, som hun har laget av en gammel medisinflaske. Hele familien må dele på denne ene kilden til lys. Hun vet at barna kommer til å klage over at de får vondt i hodet av røyken, og at øynene deres begynner å renne. Hun merker det selv, men de har ikke noe alternativ.

Når parafinlageret er tomt må Ayira dra for å kjøpe nye litre med parafin på det nærmeste markedet. Otem fikk ikke solgt all den fisken han skulle ha solgt denne uken, så hun blir nødt til å nøye seg med mindre parafin enn hun hadde planlagt. Hun er vant til at inntekten ikke er stabil og at de noen ganger må sitte ved bålet for å få lys. Til tross for at hun har hørt mye snakk om solcellelampene som selges ved det lokale ARO Development Centre i Majiwa, er hun skeptisk til disse lampene. De koster mye og hun vet ikke hvor lenge de vil vare. Parafinlampen hun selv eier er forutsigbar og hun kjenner den godt. I tillegg har de alltid hatt en parafinlampe, så lenge hun kan huske, og de har nesten alltid klart å skaffe noe parafin, til tross for den ustabile inntekten.

Parafinen Ayira kjøper koster rundt 113 KES per liter. Hun kjøper som regel en liter parafin når hun går til det nærmeste markedet, og det varer om lag fem dager. For å forsikre seg om at de ikke står uten parafin en kveld, pleier hun å dra inn til markedet hver fjerde dag, så langt hun har penger til det. Det er en sur utgift, og ettersom familiens inntekt varierer med salget av fisk, er det en uforutsigbar affære. Som regel har de rundt 2000 KES å rutte med i måneden.

Ayiras behov er en lampe som er billig i drift og som engangsutgift. Den må være forutsigbar, ha lite krav til vedlikehold, være robust og ha lang levetid. Den må være enkel å bruke når hun skal lage mat, lese med barna og hvis hun eller de andre må ut når det er mørkt. I tillegg er viktig for henne at andre har gode erfaringer med den. Hun har tidligere hatt en lommelykt, men batteriet hun kjøper går tomt etter kort tid, og hun har ikke spesielt gode erfaringer med det. Det er spesielt viktig at lyset ikke er lett å rote bort. Hun vil ikke bruke penger på noe som forsvinner med en gang. Om den kan bidra til å lade andre komponenter, som mobilen er det positivt.





Figur 5 Ocan - Luo sønn. Kilde: underthepeel

#### Ocan (12) fra Majiwa

Ocan bor i sitt eget hus på gårdstunet til familien. Han går på Majiwa ungdomsskole og hjelper faren med gårdsarbeidet når han kommer hjem. Han trives veldig godt med å gå på skolen og liker å lære, men det blir ikke mye tid til skole når han må hjelpe til hjemme.

Om kveldene sitter Ocan med sine tre søstre og gjør dagens lekser. Selv om han blir sliten av å lese i det duse lyset av parafinlampen, gjør han det, for han vil ikke henge etter på skolen. Den yngste søsteren gråter mye fordi røyken gjør at det svir i øynene, og dette gjør Ocan enda mer sliten. Da Ocan var yngre brant han seg på lampen ganske kraftig, så nå liker han ikke å håndtere den lenger. Selv om han ikke har gode assosiasjoner til lampen, syntes han det er bedre å sitte ved den enn ved bålet, som de noen ganger har gjort når de ikke har hatt råd til parafin.

#### 4.1.2 Andre interessenters kriterier

Over er det påpekt behovene og brukssituasjonen til brukeren av produktet, men det er andre som har interesse i produktet. Som nevnt i kapitlet *Konsekvenser av dagens situasjon*, er det store mengder svart karbon forbundet med bruken av parafinlamper. Å redusere bruken av parafinlamper er en internasjonalt satsning for å redusere menneskeskapte klimagasser. Det er derfor et allment ønske at produktet som erstatter parafinlampene har et lavt utslipp av klimagasser ved bruk.

Det er også ønskelig at produktet kan bidra med mer enn å kun gi lys. Ved å minimere bruken av parafin, vil en inntektskilde forsvinne for enkelte personer. Om et produkt kan føre til økt sysselsetting i tillegg til å fylle overordnede behov vil dette føre til en positiv utvikling av det lokale samfunnet. I tillegg til å bistå som en inntektskilde kan produktet føre til økt kunnskap, og lokal produksjon gjør at befolkningen selv vil kunne vedlikeholde produktet, om noe skulle gå i stykker.

I boken *De Undertryktes Pedagogikk* påpeker Paulo Freire at enkeltmennesket selv må være ansvarlig for sin frigjøring[41]. Freire bruker lærer og elev som utgangspunkt for å beskrive hvordan en fordelaktig relasjon mellom en kunnskapsinnehaver og en lærling. Freire skriver; *Undervisning må begynne med oppløsningen av motsigelsen mellom lærer og elev ved at de to poler i motsigelsen forenes og begge parter på samme tid blir lærer og elev*[41 s. 55]. Det Freire

påpeker er at befolkningen må være delaktig i endringer som angår seg selv. Det er derfor gunstig at de blir med på forandringen, gjennom dialog, refleksjon og handling, heller enn at en utenforstående person skal trykke løsningen over hodet på dem. Det er derfor viktig å skape engasjement rundt produktet slik at brukeren føler tilhørighet. Teksten nedenfor sammenligner Freires teori med moderne Grassroot Development [42].

### **Fra teori til praksis – Grassroot Development**

Det Paulo Freire teori utspiller seg på, er i prinsippet det samme som Grassroot Development. Grassroot Development er en reaksjon mot den tilstedeværende top-down tilnærmingen som mange mener resulterer i industrialisering og masseproduksjon, hvilket igjen bidrar til et lite bærekraftig samfunn og sosiale ujevnheter. Grassroot Development etterstreber å involvere lokalbefolkningen i beslutningene for å få et bedre utviklingsprogram der befolkningen er inkludert. Dette krever forståelse av kulturen, særlig gjennom kvinner og deres forhold til samfunnet.

Det er flere utviklingsteorier som bygger på det samme som Grassroot Development, og de har til felles at fokuset ligger på hvordan befolkningen kan heve seg selv, fra undertrykkelsen, gjennom å bruke de ressursene de har, fremfor *how the west can develop the rest*. Det er en nedenifra og opp tilnærming, der frivillige organisasjoner skal finne potensiale og legge til rette for lokal bærekraft.

## **4.2 Bruksmåte**

Behovet for lys kommer av behovet for å kunne se i mørket og som storyboardet i vedlegg B illustrerer, benyttes parafinlampen i flere tilfeller. Når det er mørkt, og aktiviteter som krever at vi ser skal gjøres. Eksempler på disse aktivitetene kan være:

- Lese og studere
- Matlaging
- All bevegelse utenfor hjemmet, for eksempel ved toalettbesøk steder der det er utedo
- Arbeide med det en ikke fikk gjort før mørket kom
- Butikker kan holde åpent

Det er også sagt at mørket fører med seg tyveri[43], og at litt lys kan gjøre store forskjeller. Lys viser at noen er hjemme, og dette gjør at tyver ville holde seg unna disse husene. Det er også grunn til å tro at overgrep på mørke veier kan reduseres om personer har med seg lys, i tillegg til at lys gjør det lettere å se hvor en går og dermed reduserer personlig ulykke.

### 4.3 Brukerkravspesifikasjon

Ut ifra alle aspektene ved brukeren som er gjennomgått over er det mulig å lage en brukerkravspesifikasjon med krav og ønsker for produktet. Relativ viktighetsgrad rangerer de ulike brukerkravene, for å lettere kunne evaluere konsepter i en senere fase. Det er valgt å dele brukergruppen i to, bruker og andre. Bruker er kategorisert som primærbruker, og andre er interessenter forøvrig. Viktighetsgraden rangeres fra en til to, der to er krav som må oppfylles i brukerens og interessentenes øyne, mens en er egenskaper som ikke er nødvendig for en vellykket løsning.

Tabell 3 Brukerkravspesifikasjon

Brukerkravspesifikasjon		Relativ viktighetsgrad	
Nivå 1	Nivå 2	Bruker	Andre
Gi lys	• Leselys – fremme kontrasten mellom papir og bokstaver	2	1
	• Lys ved matlaging	2	1
	• Arbeidslys	2	1
	• Gjør det enkelt å orientere seg inne og ute	2	1
	• Gi nok lys til at flere kan sitte rundt bordet samtidig	2	1
Lav pris	• Produktet må være en billigere engangsutgift enn dagens løsning	2	1
	• Utgifter knyttet til vedlikehold må være lave – billig i drift	2	1
Uavhengig av strømforsyning	• Må kunne benyttes uavhengig av strømmettet	2	1
	• Må kunne brukes når det trengs	2	1
Størrelse	• Robust	2	1
	• Tyverisikker	2	1
	• Bærbar	2	1
	• Ikke lett å miste – bli borte	2	1
Brukervennlig	• Forutsigbar	2	1
	• Håndteres av alle i familien	2	1
	• Universell	2	1
	• Lett å skru av og på	2	1
	• Lite intrikate strukturer	1	2
	• Kreve lite arbeid for å få lys	1	1
Værforutsetninger	• Tåle temperaturspenn mellom 10 - 40°C	2	1
	• Tåle luftfuktighet opp til 80 %	2	1
	• Tåle støv fra jordveier og lignende	2	1
Vedlikehold	• Lite vedlikehold – lang levetid	2	1
	• Lokal kunnskap om vedlikehold	2	1
Miljøvennlig og sikker	• Lave utslipp av miljøgasser	1	2
	• Ikke helseskadelig	1	2
	• Bærekraftig	1	2
	• Barnevennlig	1	2

	• Benytte ren energi		
<b>Lokal produksjon</b>	• Lokalt utsalg – lett å få tak i	2	2
	• Tilgjengelighet på ekstradeler	2	2
	• Sysselsetting av lokal befolkning	1	2
<b>Engasjere befolkningen</b>	• Godt rykte – gode erfaringer	2	1
	• Bidra til verdiskaping	2	2
<b>Troverdig</b>	• Utrykke kvalitet	2	1
	• Skape tilhørighet	2	2

#### 4.4 Potensielle problemer ved innføring

I masteroppgaven *Power to the people – How sustainable energy services can be facilitated through grass root development*, gjennomført av Marius Halkinrud Thoresen belyses mulige kulturelle og personlige hindringer ved implementering av fornybar energi i Bondo distriktet[21]. De kulturelle barrierene Thoresen utdyper er de eldstes rolle i samfunnet, den tradisjonelle troen og troen på magi – i form av heksedoktorer og lignende. Thoresen påpeker også at dependency thinking, stolthet og mangel på langtidsplanlegging er egenskaper som gjør innføring av bærekraftig energi vanskelig. I tillegg forklarer Thoresen at mangelen på kunnskap angående fordelene ved endret energibruk, gjør at utviklingen stagnerer. Til tross for at oppgavens utgangspunkt er ulik denne, er dette aspekter ved brukeren som er verdt å ta med i videre arbeid.

## 5 Lys

I fysikken defineres lys som et spenn av elektromagnetisk stråling som kan bli oppfattet av menneskeøyne[44]. Hva lys egentlig er, er vanskelig for mennesket å forklare, men moderne stråleteori kombinerer bølgeteorien, at lys er elektromagnetiske bølger, og kvanteteori, at stråling er en strøm av fotoner[45 s. 8.1]. Det elektromagnetiske strålefeltet sprer seg fra  $10^{-19}\text{m}$  der vi finner kosmisk stråling, til  $10^4\text{m}$  som er de lengste radiobølgene. Strålingen med bølgelengde 380nm – 780nm resulterer i synsinntrykk når de treffer øyet. Stråling innenfor dette området kategoriseres som synlig lys.

### 5.1 Begreper og definisjoner

**Lysfluksen** defineres som den totale mengden lys som blir sendt ut av lyskilden, per tidsenhet[45 s. 8.6]. Dette vil si den strålingseffekten som sendes ut målt ved kilden. Dimensjonen er lumen, hvilket igjen er lik en candela [cd]. Fra gammelt av ble candela definert som **lysstyrken** til et stearinlys målt på en meters avstand. Definisjonen er i senere tid omformet, men candela er den offisielle måleenheten av lys i SI-systemet. Lysstyrken til en kilde er lysfluksen i en gitt retning [46 s. 21].

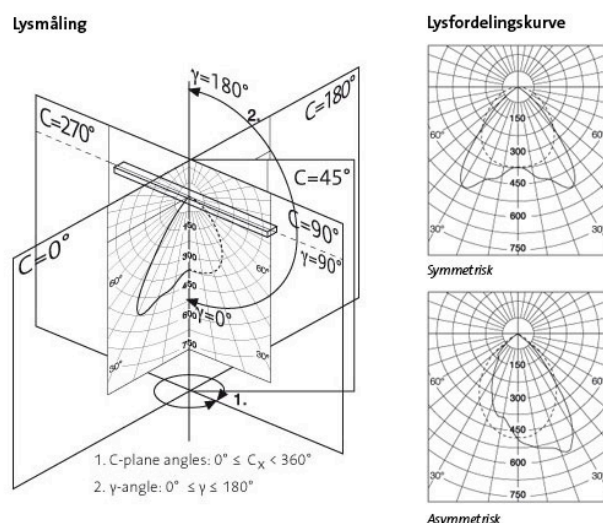
**Belysningsstyrken**, også kjent som illuminans, defineres som den mengden lys som treffer en gitt flate, og angis med benevnningen lux( $1\text{ lumen/m}^2$ ). Belysningsstyrken betegner dermed størrelsen til lysfluksen per flateareal[46 s. 21]. **Luminansen** [ $\text{cd/m}^2$ ] angir hvor mye lys som reflekteres av den gitte flaten, altså det lyset som når øyet og resulterer i synsinntrykk[45 s. 8.8]. Luminansen avhenger av størrelsen på lysfluksen, lysets innfallsvinkel og refleksjonen til flaten[46 s. 22]. Teksturen og fargen på objektet lyset blir rettet mot har dermed mye å si i forhold til hvordan vi oppfatter den. **Blending** er et uønsket fenomen som oppstår enten når luminansnivået er for høyt eller når kontrasten mellom de forskjellige objektene i synsfeltet er for stort[45 s. 8.14].

Det er påvist at netthinna, som består av sansecellene som påvirkes av lys, kan oppfatte luminanser fra  $10^{-6}\text{ cd/m}^2$  til  $10^4\text{ cd/m}^2$ [45 s. 8.11]. Dette er et vidt spekter, og for at vi ikke skal oppfatte skiftende lys som blendende har netthinna en **adapsjonsevne**, som endrer følsomheten til øyet. Adapsjonen tar tid, derfor vil vanlig taklys virke sterkt når du nettopp har våknet.

Vanlig dagslys har en gjennomsnittlig luminans på  $3\text{ cd/m}^2$  [45 s. 8.12].  $3\text{ cd/m}^2$  tilsvarer 12 lux belysningsstyrke på hvitt papir. På mange måter er dette den ideelle belysningsstyrken. Fager oppfattes ved bedre gjengivelse enn ved kunstig lys, samt at det oppnås stor **synsskarphet**. Synsskarpheten sier noe om hvor små detaljer vi kan oppfatte ved en gitt lysstyrke. Nattesyn kategoriseres ved  $0,01\text{ cd/m}^2$  hvilket tilsvarer 0,04 lux belysningsstyrke på hvitt papir.

**Lysarmatur** er definert som alle deler lampen består av bortsett fra selve lyskilden[46 s. 49]. Armaturen har mye å si i forhold til hvordan lyset spres i rommet. Dette er **lysfordelingen** til lampen. Lysfordeling kan fremstilles grafisk

i et polardiagram, der det er lett å se hvilken vei armaturen sender lyset. Figur 6 illustrerer lysfordelingen til en armatur sett i et plan.



Figur 6 Grafisk fremstilling av lysfordelingen. Kilde: Fagerhult

## 5.2 Normerte anbefalinger for belysningsstyrke i Norge

I Norge regulerer Arbeidsmiljøloven miljøfaktorene på en arbeidsplass, der blant annet belysning inngår. Lysforholdene skal være så gode at fysiske skader som følge av dette ikke kan forekomme. Hvor mye og hvor god belysning det er på arbeidsplassen har en stor innvirkningsgrad på hvor raskt og sikkert arbeidet som skal utføres gjennomføres[47]. Akkurat hvor mye lys som er tilstrekkelig på en arbeidsplass, eller i rom generelt, sier derimot ikke loven noe om. Selskapet for Lyskultur har utarbeidet normerte anbefalinger for belysningsstyrken. Det er tatt med et utdrag av denne tabellen nedenfor:

Tabell 4 Noen normerte belysningsstyrker

Sted/Funksjon	Belysningsstyrke ved arbeidsplanet (0,8 m over gulvnivå)
<b>Boliger</b>	
Allmennbelysning i stue etc.	50 lux
Allmennbelysning i bad etc.	100 lux
Allmennbelysning på kjøkken og arbeidsom	200 lux
Plassbelysning: spisebord	150 lux
Plassbelysning: leseplass etc.	300 lux
Undervisningsrom: allmennbelysning	300 lux

Kilde: [45]

Tabell 4 viser at den normerte belysningsstyrken varierer ut ifra hvilke aktiviteter som skal gjennomføres i rommet. Ved presisjonsarbeid, som i en operasjonsstue, er det hensiktsmessig å ha en belysningsstyrke mellom 15 000 og 20 000 lux. Ved høye belysningsstyrker er det viktig at blendingen ikke blir for stor. Som tidligere nevnt er det da nødvendig at kontrasten mellom objektet

som blir belyst og det omkring, ikke blir for stor. I praksis bør ikke luminansforholdet mellom lyskilden og bakgrunnen være større enn 20:1[45 s. 8.16]. Se resultater av gjennomført test av belysningsstyrke i vedlegg C.

### 5.3 Planlegging av belysning

Under planleggingen av belysning er det flere aspekter som påvirker hva resultatet blir.

*Hvilke temperaturer skal lyskilden takle?*

**Driftstemperatur** er viktig fordi den nominelle lysfluksen kan variere ut ifra omgivelsenes temperatur. Temperaturen kan også påvirke levetiden[46 s. 47].

*Er det et krav til levetid?*

Når kilden eldres vil det være noe **lystilbakegang** som resulterer i redusert lysfluks[46 s. 47]. Levetiden til en kilde kan oppgis som blant annet gjennomsnittlig levetid. Dette er den fysiske **levetiden** til en kilde, og tester er gjennomført i laboratorier under spesifikke forhold. Levetiden oppgitt av leverandør har ikke tatt hensyn til røff behandling av lyskilden. Gjennomsnittlig levetid defineres som den tiden det tar til 50% av lampene i et utvalg, slukker.

*Har fargetemperatur noe å si i tilfellet?*

**Fargetemperatur** sier noe om hvilken farge lyset som strømmer ut av kilden har ved gitte temperaturer[46 s. 30-31]. Dette deles gjerne opp i tre hovedgrupper: varm(rødlig), middels (hvit) og kald (blålig).

*Er dimensjonene viktige?*

Det er viktig å ta hensyn til rommets utforming ved belysning. Ved store arealer kan det være gunstig å benytte seg av store lyskilder, som lysrør, og andre steder er der ønskelig med små installasjoner. Det er derfor viktig å vite hvor stor plass en har, for å kunne bestemme om dimensjonene til lyskilde og armatur er et kritisk punkt.

*Hva er formålet?*

Hvilke synsoppgaver som skal gjennomføres er vesentlig i forhold til bestemmelsen av belysningsnivå [46 s. 52]. **Allmennbelysning** er gunstig på områder der det er et krav om belysning på store arealer, der behovet for fleksibilitet og nøyaktig plassering ikke er definert. **Plassorientert allmennbelysning** er en generell belysning der det er tatt hensyn til at aktivitetene som utføres krever en høyere belysningsstyrke. Den gir en mer plassorientert belysning enn allmennbelysningen, men mindre enn plassbelysning. **Plassbelysning** brukes når mindre områder skal belyses og som regel som ekstrabelysning ved anvendelse av allmennbelysning. Plassbelysning kreves gjerne når det er et ønske om energiøkonomisering eller fleksibilitet i området, ved krevende synsoppgaver og ved utforming til eldre eller svaksynte, og ved forbedring av kontraster i synsfeltet. Hensyn som bør tas ved benyttelse av denne typen belysning er blant annet å hindre at forskjellene i belysningsnivået ikke blir for store, ettersom dette kan føre til tretthet og blending. I rom der flere typer synsoppgaver skal gjennomføres bør det være mulig å tilpasse belysningen til den aktuelle bruk.

*Hvem er brukeren?*

Helse og ytelse påvirkes av lyset. Å vite hvem som skal benytte seg av lampen er en viktig del av planleggingen av rett belysning. Som nevnt over er

plassbelysning gunstig når en planlegger lys for eldre og svaksynte, men ved belysningsplanlegging til barn endres behovet. Se avsnittet, *Barn og belysning* for ytterligere informasjon rundt gunstig belysning for barn og unge.

#### *Er det krav til effektivitet?*

Effektiviteten til en lyskilde kan defineres ved hjelp av økonomisk levetid og energieffektivitet[46 s. 48]. **Økonomisk levetid** sier noe om når der er mest gunstig å skifte ut lyskilden, ettersom lysytelsen blir mindre enn relativ energibruk. Energieffektivitet kan dermed oppnås når forholdet mellom lysutbyttet og lysfluksen er høy. Ved en lang økonomisk levetid vil forholdet holdes høyt over en lang periode.

#### *Krav til IP klassifisering?*

IP klassifisering er en rangering av armaturers bestandighet mot fukt, vann, faste legemer og støv[46 s. 56]. IP klassifiseringen består av to tall (IP XX); første antyder bestandigheten mot faste legemer og støv (0-6, der 6 er best), og andre tallet indikerer beskyttelse mot fukt og vann (0-8, der 8 er best). Et eksempel på dette er IP 66, som er støvtett og bestandig mot kraftig spyling fra alle kanter.

#### *Krav til IK klassifisering?*

IK klassifiseringen er en internasjonal oversikt over hvor stor ytre last et armatur kan gjennomgå uten skade.[46 s. 57] IK 00 gir ingen beskyttelse, mens IK 10 tåler en belastning på 20 joule, hvilket sammenlignes med en hammer i fritt fall. Testene spesifiserer at skaden er på den indre mekanismen, og ikke ytre bekledning.

#### *Hva er innkjøpspris?*

Alle foregående aspekter ved bestemmelse av lyskilde og armatur påvirker prisen. Er det ønskelig med en lyskilde av topp kvalitet, med optimaliserte lysstyrker og lang økonomisk levetid, vil dette resultere i en dyrere innkjøpspris, enn om en middels lampe er godt nok.

### **Barn og belysning**

Belysning for barn er viktig for optimal utvikling av sansene og i dette stadiet går mer enn 80 % av alle sanseinntrykk gjennom synet. Etter hvert som barna blir eldre endres ønsket belysningsstyrke og orientering, alt ettersom hvilke aktiviteter som gjennomføres. For eksempel utvikles synsskarpheten, persepsjonen og konstans-tenkingen ved 2-7 års alderen, mens hypotetisk deduktiv tenking, hvordan visuelt språk blir oppfattet, modnes i 12-16 års alderen. De førstnevnte egenskapene er mer avhengig av variasjon i belysningsstyrke, enn utviklingen av deduktiv tenking. Ved lave aldre er det mye leking og lite lesing, dette påvirker også ønsket belysningstype for områdene barn oppholder seg i.

Ved planlegging av belysning for barn er det en del hensyn å ta. Luminansfordelingen bør ikke bli for høy, ettersom dette kan føre til blinding og tretthet, men heller ikke for lav, da dette fører til kjedelige og lite stimulerende arbeidsmiljøer. Belysningsstyrken påvirker i stor grad hvor fort og sikkert en person utfører og oppfatter synsoppgaver. Belysningsstyrken på leseplasser er anbefalt å være på rundt 500 lux, mens standard kravet for undervisningsrom er på 300 lux. Ved en leseplass kreves det mer detaljarbeid i et undervisningsrom der tavleundervisning foregår. Ved kveldsarbeid i undervisningsrommet øker imidlertid ønsket belysningsstyrke til 500 lux. De overnevnte verdiene tar hensyn til synsoppgavenes krav, sikkerhet i arbeidet, psykologiske aspekter, økonomi og praktiske erfaringer.

Kilde: Lyskultur, Skolebelysning s.9-17, 1993



## 6 Eksisterende teknologi

I forrige kapittel er det beskrevet hva lys er, og forskjellige aspekter som er viktig å ta i betraktning for å velge riktig belysningskilde. Videre utredes utvalgte prinsipper som finnes for å skape lys av ulike former.

Prosessen for å omdanne energi til lys kan foregå i mange steg. I PU-journalen er det beskrevet noen mulige prosesser hvordan en kan utnytte ulike energikilder for å ende opp med lys. Det er viktig å ha i mente at energi ikke kan forsvinne, men kun omformes fra en type til en annen. Emisjon av lys er et produkt av en rekke omforminger, som kan komme i tillegg til andre biprodukter som for eksempel varme. Selv om det er valgt å sette opp energien med en "opprinnelig" startfase, er det mange prosesser som skjer før energien ender opp i den gitte tilstanden. Energiens livssyklus kan dermed demonstreres som en kontinuerlig sirkelprosess.

Sola er den mest åpenlagte kilden til lys, og dagslys benyttes ofte til å optimere belysningen i bygg. På grunn av jordens rotasjon om sin egen akse, er ikke sollyset tilgjengelig døgnet rundt. Derfor er det nødvendig med kunstig lys. Kunstig lys kommer i mange former. Det er videre valgt å dele inn lyskilder i elektrisk lys og kjemiske reaksjoner, og utdype prinsippene som ligger bak. Illustrasjoner er vedlagt i PU-journalen.

Det er listet opp mulige fordeler og ulemper ved de forskjellige prinsippene, som senere skal benyttes til sammenligning. Egenskapene kan variere mellom ulike understrukturer innenfor samme prinsipp. Definisjoner av de forskjellige egenskapene kan finnes i vedlegg D.

### 6.1 Elektriske lyskilder

Elektriske lyskilder benytter energiformer som konverteres til elektrisk energi, gjennom en reaksjon. Denne oppgaven begrenses til å se på off-grid løsninger, og dermed utelukkes energiformer som benyttes gjennom det nasjonale kraftnettet.

#### 6.1.1 Primærbatterier

Batterier er en populær form for off-grid elektrisitetskilde. Det benyttes oppladbare batterier, sekundærbatterier, i solcellelamper og mekaniske lamper, men batterier kan også anvendes alene, primærbatterier, gjerne i lommelykter. Det finnes mange forskjellige batterier, som varierer ut ifra formål, men prinsippet er det samme. Det er to terminaler på batteriet, en merket positivt (+) og en merket negativt (-)[48]. I små batterier er disse terminalene plassert på motsatt side hverandre. Elektronene som er lagret i batteriet vil bevege seg fra den negativt ladede polen til den positive, om en ledning blir plassert mellom terminalene.

Batteriet bygger på et prinsipp der en kjemisk reaksjon skjer mellom forskjellige grunnstoffer som opererer som anode, katode og elektrolytt[49]. Oksidasjon i anoden frigir elektroner som tas opp ved kjemisk reduksjon i katoden. Videre foregår reaksjonene gjennom ionetransport i elektrolytten, negative ioner

strømmer fra katoden til anoden, og positive ioner strømmer motsatt. I sekundærbatterier er denne kjemiske prosessen reversibel, men for primærbatterier er prosessen ikke-reversibel. Batterier kan serie- eller parallellkobles for å få større ytelse.

Primærbatterier innebærer brunsteinbatterier, sink-kloridbatterier, alkalisk sink-manganoksidbatterier, kvikksølvbatterier, luftaktiverte batterier, vannaktiviserte batterier og brenselceller. Alkalisk sink-manganoksidbatterier og brunsteinbatterier benyttes ofte i lommelykter.

#### **Fordeler ved bruk av primærbatterier:**

- Liten installasjon
- Benyttes ved behov
- Enkel struktur
- Ingen utslipp av miljøgasser ved bruk
- Ingen utslipp av helseskadelige gasser ved bruk
- Bærbar (trådløs)

#### **Ulemper ved bruk av primærbatterier:**

- Begrenset energiinnhold
- Engangsbruk
- Kan inneholde skadelige stoffer

#### **6.1.2 Solceller**

En av de mest utbredte energiformen for småskala elektrisitetsslaging er solcellepanel. Solceller bruker fotoemisjon prinsippet, der elektronene i atomene absorberer sollyset, river seg løs fra atomets struktur og danner det vi kaller et elektronhullpar[50]. De frie elektronene forflytter seg dermed til et område med positiv ladning, og de positive atomene til et område med negativ ladning. En slik elektronvandring skaper strøm[51]. Prosessen varer så lenge sollyset treffer solcellen, og det er derfor hensiktsmessig å lagre den energien som blir produsert på et oppladbart batteri. Solceller blir gjerne seriekoblet i flere par som danner et solcellepanel. Størrelsen på panelet og type panel, varierer ut ifra hvor stort ytelse som kreves. Høy luftfuktighet, mye regn og snø, samt vind kan påvirke panelene negativt.

Til tross for at det finnes flere typer solceller er prinsippet bak hvordan de benyttes i solcellelamper det samme. Når sollyset treffer en celle vil det maksimalt produseres 0,45 volt[52]. Strømmen som blir dannet varierer ut ifra hvor stor solcellen er, og hvor mye lys den absorberer. Antall celler som seriekobles må derfor vurderes ut ifra behovet for strøm. Solcellene er koblet til en diode som igjen er koblet til batteriet. Dioden er der for å forhindre at strømmen går tilbake til cellene. Strømmen som dannes, blir som sagt lagret i et batteri. Dette er for at elektrisiteten skal kunne utnyttes når det er behov. Batteriet er derfor koblet til en bryter, som tillater strømmen å passere til lyspæren, som oftest en LED, når den er på, og avbryter prosessen når den er skrudd av[53].

**Fordeler ved bruk av solceller:**

- Benytter fornybar energikilde
- Ingen utslipp av miljøgasser ved bruk
- Ingen utslipp av helseskadelige gasser ved bruk
- Liten installasjon
- Bærbar (trådløs)
- Gjenbruk

**Ulemper ved bruk av solceller:**

- Begrenset energiinnhold
- Værforutsetninger
- Intrikat struktur
- Energi må lagres

**6.1.3 Mekanisk energi**

Mekanisk energi består av både kinetisk og potensiell energi, og kan defineres som summen av disse[54]. Når et legeme holdes i ro og tyngdekraften påvirker legemet, vil det kun inneha potensiell energi. Når legemet slippes, og fritt fall forekommer, vil den potensielle energien gradvis gå over til kinetisk energi. Rett før legemet treffer bakken, og har maksimal fart, er potensiell kraft nærliggende null og kinetisk kraft maksimal[55].

Bevegelsesenergien som forekommer kan utnyttes til å lage elektrisitet. Omdanningen kan skje på flere måter, men prinsippet er som regel det samme. Arbeid, i form av kinetisk energi, spinner et gir som påvirker en generator. Inne i generatoren blir bevegelsen overført en magnet som roterer en metalltråd, leder, som er plassert mellom to motstående, magnetiske poler[56]. Når tråden roterer skaper den en elektronvandring i det magnetiske feltet, som resulterer i en indusert spenning. Denne spenningen blir omgjort til elektrisitet ved en lukket krets. Denne elektrisiteten kan benyttes momentant eller lagres på et batteri.

**Fordeler ved bruk av mekanisk energi:**

- Benyttes ved behov
- Benytter fornybar energikilde
- Ingen utslipp av miljøgasser ved bruk
- Ingen utslipp av helseskadelige gasser ved bruk
- Ubegrenset energiinnhold
- Gjenbruk

**Ulemper ved bruk av mekanisk energi:**

- Større installasjoner
- Intrikat struktur

**6.2 Kjemiske reaksjoner**

Det er mulig å benytte flere typer kjemiske reaksjoner for å få lys. Parafin-lampene som anvendes i mange utviklingsland er et eksempel på en slik lyskilde. De kjemiske reaksjonene som er nevnt under krever ikke elektrisitet for å gi lys. Dette skiller teknologiene under fra teknologiene allerede nevnt.

### 6.2.1 Forbrenning

Ved forbrenning av brennbare stoffer skjer en eksoterm prosess, der stoffet reagerer med oksygen og produserer synlig lys og varme[57]. For å oppnå forbrenning må det tilføres en temperatur som overstiger stoffets tenntemperatur. Tenntemperaturen varierer ut ifra hvilket stoff som benyttes. Eksempler på slike stoffer er ved, kull, oljer, og gass. Under forbrenning av organisk materiale skjer det en reaksjon mellom karbonet og hydrogenet i stoffet og oksygenet i luften, hvilket gir karbondioksid og vann.

#### **Fordeler ved bruk av forbrenningsprosessen:**

- Benyttes ved behov
- Liten installasjon
- Enkel struktur
- Bærbar (trådløs)

#### **Ulemper ved bruk av forbrenningsprosesser:**

- Begrenset energiinnhold
- Fare for utslipp av helseskadelige gasser ved bruk
- Fare for utslipp av miljøskadelige gasser ved bruk
- Benytter ofte ikke-fornybar energikilde
- Engangsbru

### 6.2.2 Fosforescens

Fosforescens er et prinsipp der en ytre lyskilde overfører stråling til et absorberende materiale, som fortsetter lysemisjonen til tross for at den ytre kilden bli fjernet[58]. Elektronene i det absorberende materialet endrer energitilstand, fra lav til høy, når strålingen fra ytre kilde foregår. Elektronene blir fanget, og ved hjelp av termiske bevegelser kan de frigjøre seg. Det er denne prosessen, når elektronene går tilbake til den opprinnelige strukturen, som gir utstråling av lys. Strålingskilden kan være annet lys, røntgenstråler, katodestråler, radioaktiv stråling, elektriske felter eller tilkobling til batterier.

Det benyttes ulike fosforsammensetninger avhengig av formålet med belysningen. Varigheten på utstrålingen, og varigheten på materialets utstrålingsevne avhenger av hvilke stoffer som inngår i blandingen. Et eksempel på fosforescenser er radioaktiv fosforer som kan lyse minst 10 år [59].

#### **Fordeler ved bruk av fosforescens:**

- Enkel struktur
- Liten installasjon
- Ingen utslipp av miljøskadelige gasser ved bruk
- Ingen utslipp av helseskadelige gasser ved bruk
- Bærbar (trådløs)
- Gjenbruk

#### **Ulemper ved bruk av fosforescens:**

- Kan inneholde skadelige stoffer
- Energi må lagres
- Begrenset energiinnhold

### 6.2.3 Kjemiluminescens

Kjemiluminescens omhandler en kjemisk reaksjon som resulterer i fremstilling av lys[60]. Fosforescens kan betegnes som en type kjemiluminescens, der reaksjonen mellom stråling og materiale skaper emisjon av lys. Kjemiluminescens innebærer også reaksjoner mellom gasser og væsker.

Et eksempel på en kjemiluminescens prosess mellom væsker er lightsticks. I en lightstick er det en hydrogenperoksidløsning og en løsning av fenyloksalat-ester løsning. Når løsningene blandes, lightsticken knekkes, fører det til en økt energitilstand i elektronene. Når elektronene går tilbake til sin opprinnelige posisjon produserer de lys[61].

#### Fordeler ved bruk av kjemiluminescens:

- Liten installasjon
- Enkel struktur
- Benyttes ved behov
- Bærbar (trådløs)

#### Ulemper ved bruk av kjemiluminescens:

- Engangsbruk
- Begrenset energiinnhold
- Fare for utslipp av helseskadelige gasser ved bruk
- Fare for utslipp av miljøskadelige gasser ved bruk

### 6.2.4 Moser lamp

Moser lamp er en mekanisme som utnytter seg av sollyset og dets brytning. Hele mekanismen består av en plastflaske på 1,5 liter, vann og klor[62]. Kloret blir tilsatt som et rensingsmiddel for å unngå at vannet skal bli forurenset. Når sollyset treffer flasken resulterer det i refraksjon, og ettersom luft har lavere tetthet enn vann, vil lyset bli fordelt i vannet som igjen fordeler lyset i rommet.

#### Fordeler ved bruk av Moser lamp:

- Liten installasjon
- Enkel struktur
- Gjenbruk
- Benytter fornybar energikilde
- Ingen utslipp av miljøskadelige gasser ved bruk
- Ingen utslipp av helseskadelige gasser ved bruk

#### Ulemper ved bruk av Moser lamp:

- Begrenset energiinnhold
- Værforutsetninger
- Fastmontert

## 7 Produktkravspesifikasjon

Nedenfor er det presentert en produktkravspesifikasjon som gir oversikt over viktige aspekter vedrørende produktet og dets egenskaper. Rangeringen av kravene varierer mellom en og to, der to er absolutt nødvendig for at produktet skal bli vellykket, mens en er krav som gir produktet et konkurransedyktig fortrinn.

Kravene er utformet på grunnlag av informasjon redegjort i kapittel 4, 5 og 6. Ettersom kravene til produktet blir tydeligere, gjennom ytterligere utforskning av eksisterende teknologi og muligheter, vil produktkravspesifikasjonen endres. Det er verdt å legge merke til at det settes flere maksimum- og minimumsverdier for produktet. Dette er antatte verdier, som er tolket som et krav gjennom utredet informasjon, men ikke testet ut om er tilstrekkelig.

Tabell 5 Produktkravspesifikasjon

Produktkravspesifikasjon		
Nr.	Beskrivelse	Rangering
<b>1</b>	<i>Funksjonskrav</i>	
1.1	Belysningsstyrke > 300 Lux	2
1.2	Belysningstid > 5 timer	2
1.3	Høy effektivitet	2
1.4	Varierende belysningsstyrke (spredt allmennlys og plassorientert for spesifikke krevende oppgaver)	1
1.5	Ikke avhengig av værforhold for å yte	2
<b>2</b>	<i>Omgivelseskrav</i>	
2.1	Driftstemperatur 10-40°C	2
2.2	IP-klassifisering > IP44	2
2.3	IK-klassifisering > IK08	2
<b>3</b>	<i>Operasjonelle krav</i>	
3.1	Intuitivt brukergrensesnitt	2
3.2	Håndterlig i mørket	2
3.2	Allsidig utforming – tilpasset bruksformål	1
<b>4</b>	<i>Pålitelighetskrav</i>	
4.1	Lang levetid > fem år	2
4.2	Lang middeltid til første avbrudd > to år	2
4.3	Lang middeltid mellom avbrudd > to år	2
4.4	Forutsigbar	2
<b>5</b>	<i>Vedlikeholdskrav</i>	
5.1	Kort reparasjonstid < tre dager	2
5.2	Tilgang på ekstradeler, lokalt	2
5.3	Tilgang på kunnskap om vedlikehold, lokalt	2
<b>6</b>	<i>Sikkerhetskrav</i>	
6.1	Nullutslipp av helseskadelige gasser	2
6.2	Minimal risiko for eksponering av skadelige stoffer	2
6.3	Ingen kontaktoverflate skal overskride 55°C	2
6.4	Ingen løse, små deler som kan føre til kvelning	2
6.5	Minimal risiko for tyveri	1

<b>7</b>	<b><i>Kostnader</i></b>	
<b>7.1</b>	Lav produktkostnad, engangsutgift < 200NOK	2
<b>7.2</b>	Lav reparasjonskostnad < 40NOK	1
<b>8</b>	<b><i>Miljøkrav</i></b>	
<b>8.1</b>	Nullutslipp av miljøskadelige gasser ved bruk	2
<b>9</b>	<b><i>Utseende</i></b>	
<b>9.1</b>	Få separate deler	1
<b>9.2</b>	Portabel	1
<b>9.3</b>	Vegghengbar	1
<b>9.4</b>	Takhengbar	1
<b>9.5</b>	Gjennomskinnelige materialer	2
<b>9.6</b>	Robuste materialer	2
<b>10</b>	<b><i>Produksjonskrav</i></b>	
<b>10.1</b>	Mulighet for lokal produksjon	2
<b>10.2</b>	Mulighet for lokal reparasjon	2
<b>11</b>	<b><i>Annet</i></b>	
<b>11.1</b>	Krever lite atferdsendring	2
<b>11.2</b>	Krever lite arbeid	2

## 7.1 Evaluering av teknologi

Det er gjennomført en kort evaluering av eksisterende teknologi i forhold til de egenskapene utredet under kapittelet *Eksisterende teknologi* og produktkravspesifikasjonen. Selve evalueringen er vedlagt i Vedlegg D, og under er det kort oppsummert.

Gjennom testen kom det frem at mekanisk teknologi, moser lamp og solcelle teknologi oppfylte kravene best, etterfulgt av primærbatterier og fosforescens. Nederst kom kjemiluminescens og forbrenning.

- Mekanisk teknologi

Mekanisk teknologi har en intrikat struktur med mange komponenter. For optimal effekt er gjerne installasjonene større enn ved bruk av andre teknologier. Gjenbruk, miljøvennlige aspekter og benyttelsen av en fornybar energikilde, gjør det aktuelt å ta denne med videre i utredningen.

- Moser lamp

I prinsippet er dette en optimal løsning. Ulempen er at den er avhengig av sollys for å fungere. Dette er en mekanisme for spredning av eksisterende lys i et mørkt lokale, og ikke generering av lys i seg selv. Til tross for høy score på evalueringen tas denne ikke med videre på grunnlag av dette.

- Solcelle teknologi

Til tross for at solceller er avhengige av ultimale værforhold for best mulig ytelse, finnes det mange gode muligheter ved bruk av denne teknologien. Den benytter fornybar energi til å produsere elektrisitet, og det er ikke knyttet noen skadelige gasser under bruk. Det er en optimal teknologi ettersom den er mulig å benytte om og om igjen, og derfor vektet fordelene ved bruken høyere enn ulempene. Tas med videre i utredning.

- Primærbatterier

Det er tidligere nevnt at brukeren har dårlig erfaringer med batterier. Primærbatterier i utviklingsland har gjerne lav ytelse og varer kort. Det å bygge videre på denne teknologien er derfor risikabelt. Den tas dermed ikke med videre i utredning.

- Fosforescens teknologi

Fosforescens er i prinsippet en enkel struktur, der det ligger mange muligheter for utnyttelse, og utforskning innen lysbruk. Ettersom stoffene har en lang levetid, og kan benyttes flere ganger er dette en teknologi som ønskes å utredes videre. Miljømessige aspekter teller positivt, og det er interessant å finne ut hvor store mengder av stoffet som trengs for å gjennomføre gitte aktiviteter. Denne tas dermed videre i utredning.

- Kjemiluminescens

Bruken av kjemikaler for å utnytte lys er en spennende teknologi. Grunnen til at dette ikke blir tatt med videre, er at reaksjonene ved full utblanding har de ingen reversibel effekt. De er en engangsinvestering, som sannsynligvis trenger stadig innkjøp av nye kjemikaler ved bruk. Tas ikke med videre i utredning.

- Forbrenning

Forbrenningsprinsippet er ikke med videre på grunnlag av de helse- og miljøskadelige gassene som produseres ved benyttelse. I tillegg spiller det negativt inn at det er en stadig utgift som må til for opprettholdelse av belysningen. Denne tas ikke med videre i utredning.

Det er da valgt å gå videre med mekanisk teknologi, solcelle teknologi og fosforescens. Det er en samling av prinsippstrukturer for videre arbeid i PU-journalen.

Til tross for at det er disse tre teknologiene det er valgt å gå videre med, er det ikke gitt at konsepter som blir utviklet kun benytter seg av en teknologi. Det kan være hensiktsmessig å finne en løsning som inkluderer flere.



## 8 Konklusjon

Gjennom arbeidet utført i oppgaven er det satt som mål å øke forståelse av befolkningens behov og omstendigheter, samt teknologi som kan egnes ved utvikling av lavkost, miljøvennlig belysning.

Som mange trender viser, vil utviklingsland trenge mer energi i årene som kommer. Dette kan ses i sammenheng med økt befolkning og økt krav fra land som vil ha de samme mulighetene for utvikling. Ettersom energi er en grunnpilar i utviklingspotensialet til disse landene, er det naturlig å anta at fossile brennstoffer vil bli brukt til nettopp det formålet. Med økt forbruk av fossile brennstoff, øker utslippene av drivhusgasser. Er da det egentlig rett utviklingsland skal bøye seg etter miljøkravene industriland setter i dag?

Etter rapporten gjennomført av WHO og UNDP er det grunn til å tro at innføring av bærekraftig, miljøvennlige løsninger i utviklingsland vil ta lenger tid enn forventet. For å muliggjøre denne prosessen må de nasjonale myndighetene legge til rette for en slik innføring.

Ettersom innføringen av fornybar energi vil ta lenger tid enn forventet er det viktig å fokusere på det som kan hjelpe her og nå. Når kun 16 % av Kenyas befolkning er koblet til det nasjonale kraftnettet har det stort potensiale for innføring av midlertidige løsninger, som vil lette hverdagen både finansielt, helsemessig og miljømessig. Når det forventes at 1,5 millioner mennesker vil dø som følge av forurensning i hjemmet, hovedsakelig forårsaket av fossilt brennstoff som brukes til matlaging og belysning, er dagens løsning er ikke optimal.

For å kunne implementere ny miljøvennlig, lavkost belysning er det behov for å forstå brukeren. I denne sammenhengen er det få aspekt som tyder på at en utskifting av parafinlampene vil stride mot befolkningens ønsker. Til tross for noe kunnskap om situasjonen rundt parafinlampene og deres helseskadelige påvirkning, vil kostnaden være det avgjørende punktet i forhold til implementering. Holdningen *det er dyrt å være fattig* står sterkt i befolkningen, og om en ny løsning ikke er konkurransedyktig i forhold til pris, spiller det ingen rolle hvor miljøvennlig den.

Det bør også understrekes at det er mulige egenskaper hos befolkningen som ikke er avdekket, som kan ha betydning for innføring. Dette er fordi det ikke har vært gjennomført feltreise til området, hvilket kunne gitt unik informasjon gjennom intervjuer og observasjon. Et spørsmål som særlig dukker frem, er om det ligger noe mer i innkjøpene av parafin. Kan det være at det blir sett på som sosialt at kvinnene i landsbyen drar samlet for å gjøre innkjøpene. Vil da dette påvirke andre produkters mulighet i markedet?

Etter evaluering av de ulike formene for teknologi er det valgt å gå videre med følgende: mekanisk, solcelle og fosforescens. Evalueringen ble gjennomført med grunnlag i brukerkrav og teknologikrav. Egenskaper som disse teknologiene legger til rette for, som er interessante, er blant annet gjenbruk, fornybare

energikilder, lite eller ingen utslipp av miljø- og helseskadelige gasser. Det er heller ingenting som skulle tilsi at disse teknologiene vil være vanskelig å innføre i lokalsamfunnet og igangsette lokal produksjon. Tilgangen på materialer og kompetanse bør allikevel ses nærmere på.

Om disse teknologiene har utformingsmuligheter og belysningsegenskaper som kan konkurrere mot parafinlampen i pris, gjenstår å se.

### **8.1 Videre arbeid**

Denne prosjektoppgaven har hatt som mål å legge et grunnlag for videre arbeid i masteroppgave, med samme tematikk. Det er lagt vekt på å forstå brukere og behov, samt få en grunnleggende forståelse over hvilke kriterier som er viktige for suksessfull implementering av miljøvennlig lavkost belysning i Majiwa, Kenya.

Videre arbeid innebærer dermed å kvalitetssikre opplysninger gjennom feltarbeid i den aktuelle delen av Kenya, som skal gjennomføres i februar 2013.

Før den tid, skal det utvikles detaljerte konsepter, som kan testes i landsbyen under feltarbeid. Konseptene skal bygge videre på teknologi presentert i dette arbeidet og innebære alle egenskaper som er relevante for produktet. Mulighetene for å utarbeide en prototype bør undersøkes.

Avslutningsvis skal det fremmes et forslag til miljøvennlig, lavkost belysning, som tar alle brukerkrav til etterretning. Dette forslaget skal også åpne for lokal produksjon i området, samt en plan over hvem som kan produsere og selge produktet.

## 9 Referanser

1. Polak, P. *Design for the Other Ninety Percent: A Revolution in Design*. 2010; Available from: <http://blogs.appropedia.org/2010/12/07/design-for-the-other-ninety-percent-a-revolution/>.
2. Lyskultur et. al., *En Lysere Fremtid*. 2011.
3. Malik, K., *Human Development Report 2013*. 2013.
4. International Fund for Agricultural Development (IFAD). *Rural Poverty in Kenya*. 2012; Available from: <http://www.ruralpovertyportal.org/country/home/tags/kenya>.
5. Lighting Africa, *Kenya Policy Report*. 2011.
6. MedlinePlus. *Kerosene Poisoning*. 2013; Available from: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002807.htm>.
7. Melik, J. *Solutions sought to end use of kerosene lamps*. 2012; Available from: <http://www.bbc.co.uk/news/business-18262217>.
8. Bistandsaktuelt. *Bistand (utviklingssamarbeid)*. Bistandswiki 2013; Available from: <http://bistandsaktuelt.typepad.com/bistandswiki/2011/04/bistand-utviklingssamarbeid.html>.
9. Norad. *Bistanden økte med én milliard kroner*. 2013; Available from: <http://www.norad.no/no/aktuelt/nyheter/norsk-bistand>.
10. Norad. *Norsk Utviklingspolitikk*. 2013; Available from: <http://www.norad.no/no/om-bistand/norsk-utviklingspolitikk>.
11. Utenriksdepartementet. *Utviklingssamarbeid*. 2013; Available from: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/ud/tema/utviklingssamarbeid.html?id=1159>.
12. Royal Norwegian Embassy in Nairobi. *Norway and Kenya*. 2013; Available from: [http://www.norway.or.ke/News\\_and\\_events/Kenya/-UnTtUY06KMk](http://www.norway.or.ke/News_and_events/Kenya/-UnTtUY06KMk).
13. Lergaand, D. *Økonomi og Næringsliv i Kenya* Store Norske Leksikon 2013; Available from: [http://snl.no/%C3%98konomi\\_og\\_n%C3%A6ringsliv\\_i\\_Kenya](http://snl.no/%C3%98konomi_og_n%C3%A6ringsliv_i_Kenya).
14. Norad. *Kenya*. 2013; Available from: <http://www.norad.no/no/om-bistand/landsider/afrika/kenya--403986>.
15. Utenriksdepartementet. *Norge gir 850 millioner kroner til grønn energi i Afrika*. 2012; Available from: [http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/ud/Nyheter-og-pressemeldinger/pressemeldinger/2012/energisamarbeid\\_afrika.html?id=686716](http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/ud/Nyheter-og-pressemeldinger/pressemeldinger/2012/energisamarbeid_afrika.html?id=686716).
16. Speed, J. *Strid om prestisjeprojekt*. 2013; Available from: <http://www.bistandsaktuelt.no/nyheter-og-reportasjer/arkiv-nyheter-og-reportasjer/strid-om-prestisje%C2%ADprosjekt>.
17. Speed, J. *Kritikk av satsing på kokeovner*. 2013.
18. Utenriksdepartementet. *Kenya*. 2013; Available from: [http://www.regjeringen.no/en/dep/ud/campaigns/energy\\_plus/partner\\_countries/kenya.html?id=732062](http://www.regjeringen.no/en/dep/ud/campaigns/energy_plus/partner_countries/kenya.html?id=732062).
19. Hildre, H.P., *Produktutvikling*. 2002.
20. IDEO, *Human Centered Design Toolkit*. 2011.

21. Thoresen, M.H., *Power to the people: How sustainable energy services and development can be facilitated through grass root development*. 2010, Universitetet i Agder.
22. Ochieng, W., *People round the lake*. 1985.
23. Central Intelligence Agency. *The World Factbook*. 2013; Available from: <https://http://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ke.html>.
24. K'Oyugi, B., *Facts and Figures on Populations and Development 2012*. 2012.
25. Enchanted Landscapes. *All About Kenya Nyanza*. 2013; Available from: [http://www.enchanted-landscapes.com/dmgraphics/3\\_dmg\\_ny.htm-axzz2kFleGKto](http://www.enchanted-landscapes.com/dmgraphics/3_dmg_ny.htm-axzz2kFleGKto).
26. Kenya Information Guide. *The Luo Tribe*. 2013; Available from: <http://www.kenya-information-guide.com/luo-tribe.html>.
27. Everyculture. *Luo*. 2013; Available from: <http://www.everyculture.com/wc/Japan-to-Mali/Luo.html-b>.
28. Practical Action. *Energy Poverty*. 2013; Available from: [http://practicalaction.org/docs/advocacy/energy\\_poverty\\_hidden\\_crisis.pdf](http://practicalaction.org/docs/advocacy/energy_poverty_hidden_crisis.pdf).
29. Utenriksdepartementet. *Kampen mot energifattigdom*. 2011; Available from: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/ud/aktuelt/nyheter/2011/energifattigdom.html?id=650090>.
30. Gwénaëlle Legros et. al., *Energy access situation in developing countries*. 2009.
31. Flexiway. *Empowering Women*. 2013; Available from: <http://flexiwaysolar.com/the-solution-our-solar-powered-led-light/empowering-women/>.
32. Jennifer Tracy et. al., *The True Cost of Kerosene in Rural Africa*. 2012.
33. Sparks, C. *Africa: Solar Energy to Save Lives*. 2010; Available from: <http://allafrica.com/stories/201008161148.html>.
34. ECOPOL. *Killer Kerosene*. 2013; Available from: <http://ecopolproject.blogspot.no/2013/08/killer-kerosene.html>.
35. Wu, X.-Y. *Shedding a Little Light on Poverty*. 2013; Available from: <http://www.youtube.com/watch?v=vALLndCrp9E>.
36. Ahlberg, L. *The dark side of kerosene lamps: High black carbon emission*. 2012; Available from: [http://news.illinois.edu/news/12/1210kerosene\\_TamiBond.html](http://news.illinois.edu/news/12/1210kerosene_TamiBond.html).
37. Flexiway. *Fire risk of kerosene lamps*. 2013.
38. Travel State Gov. *Kenya Specific Information*. 2013; Available from: [http://travel.state.gov/travel/cis\\_pa\\_tw/cis/cis\\_1151.html-crime](http://travel.state.gov/travel/cis_pa_tw/cis/cis_1151.html-crime).
39. TravelingLuck. *Majiwa, Nyanza, Kenya*. 2013; Available from: [http://travelingluck.com/Africa/Kenya/Nyanza/188199\\_Majiwa.html-geography](http://travelingluck.com/Africa/Kenya/Nyanza/188199_Majiwa.html-geography).
40. Weather, B. *Kisumu*. 2013; Available from: <http://www.bbc.co.uk/weather/191245>.
41. Freire, P., *De undertryktes pedagogikk*. 2002.
42. University of Victoria. *The Importance of Grassroots Development*. Available from:

- <http://web.uvic.ca/~stucraw/Lethbridge/MyArticles/GrassrootsDevelopment.htm>.
43. Flexiway. *Increase safety*. 2013; Available from: <http://flexiwaysolar.com/the-solution-our-solar-powered-led-light/increase-safety/>.
  44. Think Quest. *The Physics of Light*. 1999; Available from: [http://library.thinkquest.org/27356/p\\_index.htm](http://library.thinkquest.org/27356/p_index.htm).
  45. Thue, J.V., *Husbyggingsteknikk*. 2010.
  46. Lyskultur, *Lysboken* 2009.
  47. Lovdata. *Byggesaksforskriften*. 2010; Available from: <http://www.lovdata.no/ltavd1/filer/sf-20100326-0488.html-map002>.
  48. Marshall Brain et. al. *How Batteries Work*. 2013; Available from: <http://electronics.howstuffworks.com/everyday-tech/battery2.htm>.
  49. Gunvaldsen, I. *Batteri: fysikk*. Store Norske Leksikon 2010; Available from: <http://snl.no/batteri/fysikk>.
  50. Lied, F. *Solcelle*. Store Norske Leksikon 2011; Available from: <http://snl.no/solcelle>.
  51. Andersen, P.B. *Fotodiode*. Store Norske Leksikon 2009; Available from: <http://snl.no/solcelle>.
  52. Brain, M. *How Solar Yard Lights Work*. 2013; Available from: <http://home.howstuffworks.com/solar-light2.htm>.
  53. Bartlett, C. *How Do Solar Powered Lights Work?* 2013; Available from: [http://www.ehow.com/how-does\\_5282662\\_do-solar-powered-lights-work.html](http://www.ehow.com/how-does_5282662_do-solar-powered-lights-work.html).
  54. Grøn, Ø. *Mekanisk Energi*. Store Norske Leksikon 2009; Available from: [http://snl.no/mekanisk\\_energi](http://snl.no/mekanisk_energi).
  55. eSchoolartoday. *Kinds of Energy*. 2010; Available from: <http://www.eschooltoday.com/energy/kinds-of-energy/what-is-gravitational-energy.html>.
  56. Kjell Saugstad et. al. *Elektrisk Maskin*. Store Norske Leksikon 2013; Available from: [http://snl.no/elektrisk\\_maskin](http://snl.no/elektrisk_maskin).
  57. Bjørn Pedersen et. al. *Forbrenning: kjemi*. Store Norske Leksikon 2013; Available from: <http://snl.no/forbrenning%2Fkjemi>.
  58. Holtebekk, T. *Fosforescens*. Store Norske Leksikon 2009; Available from: <http://snl.no/fosforescens>.
  59. Haakon Haraldsen et. al. *Fosforer*. Store Norske Leksikon 2009; Available from: <http://snl.no/fosforer>.
  60. Allkunne. *Luminescens*. 2009; Available from: <http://www.allkunne.no/default.aspx?menu=117&id=1780>.
  61. Harris, T. *How Light Sticks Work*. 2013; Available from: <http://science.howstuffworks.com/innovation/everyday-innovations/light-stick1.htm>.
  62. Zobel, G. *Alfredo Moser: Bottle light proud to be poor*. BBC NEWS 2013; Available from: <http://www.bbc.co.uk/news/magazine-23536914>.
  63. Store Norske Leksikon. *Kenya*. 2013; Available from: <http://snl.no/Kenya>.
  64. Leraand, D. *Kenyas Historie*. Store Norske Leksikon 2013; Available from: [http://snl.no/Kenyas\\_historie](http://snl.no/Kenyas_historie).

## Vedlegg A – Kenyas politiske historie

Allerede i 1895 var Kenya en britisk protektorat og ble senere en kronkoloni i 1920[63]. Forholdet mellom Kenya og Storbritannia var preget av undertrykkelse av innfødte, der de hvite tok den mest fruktbare jorden og dannet egen regjering[64]. Dette førte til kenyanske reservater, der de ikke hadde noen politisk innvirkning. Mot slutten av kolonitiden ble det stiftet en afrikansk nasjonal-organisasjon, Kenyan African Union (KAU), for å dempe opposisjonen mot den hvite styremaktene. Til tross for tiltaket for å svekke opposisjonen, brøt opprøret kalt *Mau-Mau* ut i 1952. Tiden under dette opprøret var preget av terror og blodige oppgjør.

Mye forandret seg gjennom de neste årene, og den hvite fraflyttingen var i full gang. Kenya fikk mer og mer kontroll over sin egen situasjon selvstyret ble oppnådd i 1963 med Jomo Kenyatta som statsminister. Til tross for at den voldelige kampen mellom Storbritannia og Kenya nå var over, fortsetter Kenyas historie med vold og korrupsjon.

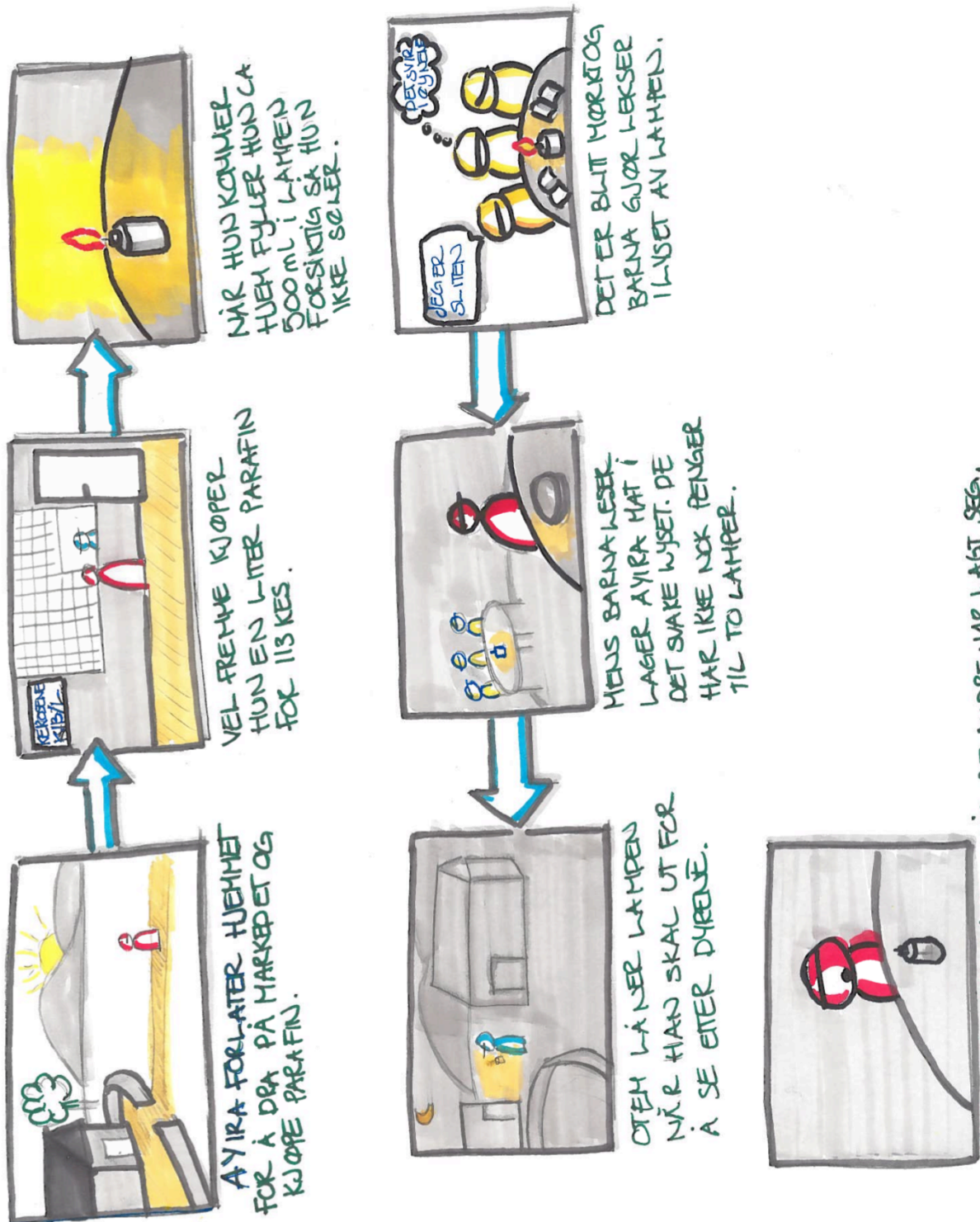
Etter Kenyattas død i 1978, overtok Daniel arap Moi. Hans styre var diktatorisk, ytringsfriheten var svært begrenset og korrupsjonen vokste raskt. Til tross for dette ble han gjenvalg og satt helt til han trakk seg i 2002. Under dette valget samlet alle opposisjonspartiene seg til et parti, og Mwai Kibaki, partiets leder vant kandidaturet over Uhuru Kenyatta, sønn av Jomo Kenyatta. Ettersom presidenten nå representerte hele 14 koalisjonspartier, var det vanskelig å drive en ensartet politikk.

Ved valget i 2007 skiftet Kibaki parti og vant eleksjonen over Raila Odinga, som tidligere hadde jobbet for en ny grunnlov. Under valget blusset det opp nok en voldsaksjon, der de etniske gruppene (kikuyu og luo) gikk til angrep mot hverandre, hvilket hadde skjedd tidligere, da Moi ble gjenvalgt. Dette voldelige sammenstøtet varte i to måneder og 1500 mennesker ble drept[23].

Etter en folkeavstemning i 2010 ble det vedtatt en ny grunnlov i Kenya. Maktfordeling var et viktig punkt i denne grunnloven, etter hendelser der tidligere presidenter kunne styre eneveldig. Statsministerposten ble avskaffet, og reformen skulle tre inn ved neste valg, i 2013. Dette valget vant Uhuru Kenyatta, som nå er sittende president i Kenya.



## Vedlegg B - Storyboard



## Vedlegg C – Tester av belysningsstyrke

Det er hensiktsmessig å gjennomføre tester på belysningsstyrken til forskjellige lyskilder for å få et innblikk i hvor mye lys det trengs. Ved å gjennomføre ulike aktiviteter under en lysstyrke kan en forstå om dette er optimalt eller ikke. Det er utviklet flere normer om hva god nok belysning er, men disse er basert på Norges levevilkår, og muligheten for at mindre lysstyrke er like fullkommen bør derfor undersøkes.

Testene er gjennomført med lysmåler-appen *LightMeter* av Whitegoods, som kan finnes i app store. Appen bruker mobilens kamera som lysmåler, og måler belysningsstyrken fra omgivelsene. Ettersom mobilens kamera i noen tilfeller vil bruke auto-fokus kan dette føre til avvik i resultatene. Målingene beregner belysningsstyrken med benevnningen lux. 13 lux er den laveste verdien lysmåleren registrerer og det er derfor mulig at belysningsstyrken er lavere enn den målte verdien. Det er estimert en unøyaktighet på +/- 10%.

Med appen følger en tabell over vanlige referanseverdier:

Tabell 6 Belysningsstyrke Whitegoods

Belysningsstyrke [Lux]	Tilstand
30 000 – 130 000	Direkte sollys
10 000 – 25 000	Dagslys uten direkte sollys
5000	Overskyet
1000	Overskyet på en mørk dag, TV studioly
400	Solnedgang Soloppgang
1	Skumring
0,1	Fullmåne
0,01	Kvart måne
0,001	Stjerneskin

Kilde (Whitegoods)

Når belysningsstyrke skal måles er det viktig å måle i de steder som sier noe om den virkelige kvaliteten. Det er ønskelig at tilgangen på dagslys er så liten som mulig, og må ikke overskride 10% av total belysningsstyrke. Belysningsstyrke gis av differansen mellom total belysningsstyrke og belysningsstyrke ved avslått lyskilde. Det er hensiktsmessig å måle belysningsstyrken flere steder over arbeidsfeltet for å få et større antall minimums- og maksimumsverdier, flere målinger gir bedre nøyaktighet. En skal måle punkter som er plane med de overflatene som blir vurdert. Målingene bør tas med tanke på hvilke arbeidsoppgaver som skal utføres i rommet, og brukeren bør sitte i sin vante arbeidsstilling. Det er derfor liten vits å gjennomføre målinger innerst i hjørnet om arbeidsfeltets belysningsstyrke skal vurderes.

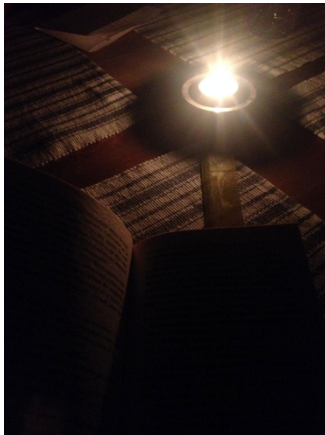
Belysningsstyrken på en ordinær roman testes, og det kommenteres hvordan leseopplevelsen er. Testene er gjennomført med en avstand på 15cm fra lyskilde om annet ikke er beskrevet. Måling 1,2 og 3 er henholdsvis øverst på siden av boken, midt på og nederst på siden.



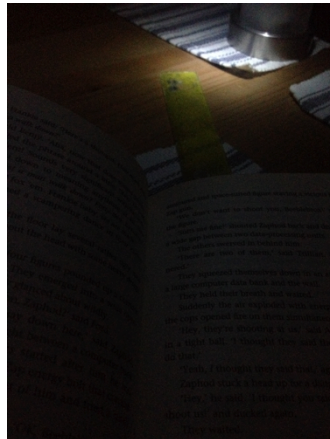
Tabell 7 Testresultater

	Test 1 Telys	Test 2 Lommelykt 1	Test 3 Lommekyst 2	Test 4 Lampe	Test 5 LED-blits	Test 6 Vann
<b>Beskrivelse</b>	Telyset er plassert på bordet	Lommelykt med et LED lys. 50cm over bordet.	Lommelykt med tre LED lys. 50 cm over bordet.	Bordlampe rettet nedover. 15 cm over bordet	Blits fra mobil rettet nedover. 50 cm over bordet.	<b>0,5 flaske med vann m. Lys fra test 5.</b>
<b>Avslått</b>	13 Lux	13 Lux	13 Lux	13 Lux	13 Lux	<b>13 Lux</b>
<b>Måling 1</b>	13 Lux	16 Lux	16 Lux	637 Lux	59 Lux	<b>31 Lux</b>
<b>Måling 2</b>	13 Lux	13 Lux	13 Lux	215 Lux	41 Lux	<b>21 Lux</b>
<b>Måling 3</b>	13 Lux	13 Lux	13 Lux	142 Lux	31 Lux	<b>13 Lux</b>
<b>Illustrasjoner</b> Se neste side						
<b>Kommentar</b>	Skygger gjør det vanskelig å lese, men klarer å se hva det står. Slitsomt og anstrengende.	Bedre leselys enn telys på grunn av spredningen, og det hvite lyset gjør det lettere å se bokstavene.	Ikke stor forskjell fra forrige test.	Veldig godt leselys. God spredning av lyset over hele boken.	Greit lys å lese i, men klar nedgang fra forrige.	<b>Vannet sprer lyset godt, men selve leseflaten er ikke mye bedre.</b>

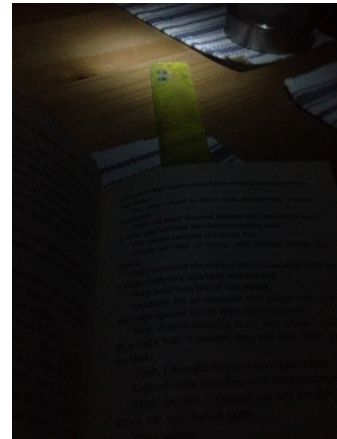
## Illustrasjoner:



Figur 7 Telys



Figur 8 Lommelykt 1



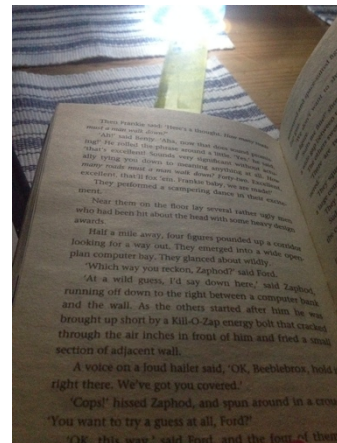
Figur 9 Lommelykt 2



Figur 10 Bordlampe



Figur 11 LED-blits



Figur 12 Flaske m. LED-blits



Figur 13 Flaske illusasjon

## Vedlegg D – Definisjon av egenskaper

Tabell 8 Definisjoner av egenskaper

Fordeler	
<b>Benytter fornybar energikilde</b>	Benytter energi som inngår i naturens eget kretsløp – og i liten grad påvirker det globale miljø.
<b>Benyttes ved behov</b>	Ingen ytre forutsetninger, som ikke er selvforskyldt, påvirker bruken <b>Merk:</b> ved selvforskyldt er det blant annet ment manglende innkjøp av råstoff.
<b>Bærbar (trådløs)</b>	Komponenten gjør det mulig å bære med seg.
<b>Enkel struktur</b>	Få deler, og lite kompliserte komponentsammensetninger.
<b>Gjenbruk</b>	Ved utlading kan komponenten brukes igjen. Nyinnkjøp er ikke nødvendig.
<b>Ingen utslipp av helseskadelige gasser ved bruk</b>	Under vanlig bruk skal ingen skadelige gasser forekomme.
<b>Ingen utslipp av miljøgasser ved bruk</b>	Under vanlig bruk skal ingen miljøgasser forekomme.
<b>Liten installasjon</b>	Komponentens dimensjoner kan være relativt små, sammenlignet med andre presentert.
<b>Ubegrenset energiinnhold</b>	Ved utlading er det mulig å momentant skru komponenten på igjen. Ingen ladetid er nødvendig.
Ulemper	
<b>Begrenset energiinnhold</b>	
<b>Benytter ofte ikke-fornybar energikilde</b>	Benytter energi som det tar lang tid før fornyelse skjer – påvirker det globale miljø.
<b>Energi må lagres</b>	Ladning av komponenten skjer <u>ikke</u> samtidig som behovet. Energien må lagres for å kunne benyttes ved en ønsket tilfelle.
<b>Engangsbruk</b>	Ved utlading/slukking må hele eller deler av komponenten skiftes ut.
<b>Fare for utslipp av helseskadelige gasser</b>	Ved bruk kan det forekomme emisjon av helseskadelige gasser.
<b>Fare for utslipp av miljøskadelige gasser</b>	Ved bruk kan det forekomme emisjon av miljøskadelige gasser.
<b>Fastmontert</b>	Komponenten skal være fastmontert.
<b>Intrikat struktur</b>	Mange deler, og kompliserte komponentsammensetninger.
<b>Kan inneholde skadelige stoffer</b>	Komponenten kan inneholde stoffer er

	helseskadelige
<b>Større installasjoner</b>	Installasjonens dimensjoner kan være relativt store, sammenlignet med andre prinsipper presentert.
<b>Værforutsetninger</b>	Komponenter er avhengig av værforhold for å fungere optimalt. <b>Merk:</b> Både for Solcellepanel og Moser lamp er det nødvendig med solstråling for bruk.

## Vedlegg E – Evaluering av teknologi

T1 – Primærbatterier

T2 – Solceller

T3 – Mekanisk energi

T4 – Forbrenning

T5 – Fosforescens

T6 – Kjemiluminescens

T7 – Moser lamp

Evaluert med en score fra 0-4 der fire er maksimal oppfyllelse, og 0 er ingen oppfyllelse og 4 er total oppfyllelse. Innenfor hver teknologi kan vurderingen variere, ettersom det er ikke er fremmet noe konkret data eller konsept.

Evalueringen er kun ment for å sette et grunnlag over hvilke teknologier som egnes å ta med videre, gjennom hvilke muligheter de har, ved å sette dem opp mot hverandre.

Tabell 9 Evaluering av teknologi

Evaluering av Teknologi							
Krav nr.	Teknologi						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1.1	2	4	4	2	3	3	3
1.2	4	4	4	2	3	3	4
1.3	3	3	3	1	2	2	1
1.4	4	4	4	1	1	1	1
1.5	4	2	4	4	3	4	1
2.1	3	4	3	4	4	4	4
2.2	3	3	3	1	3	3	4
2.3	2	2	2	1	3	3	2
3.1	3	3	3	3	3	3	3
3.2	3	3	3	2	3	2	0
4.1	1	3	3	1	3	1	3
4.2	1	3	3	1	3	1	3
4.3	2	3	3	2	3	2	3
4.4	3	2	3	3	2	2	2
5.1	3	2	2	3	3	3	3
5.2	3	2	2	3	2	2	3
5.3	3	2	2	3	2	2	3
6.1	4	4	4	0	3	3	4
6.2	2	4	4	2	2	2	4
6.3	4	3	4	0	4	4	4
6.4	2	2	2	2	3	2	3
6.5	1	1	2	1	1	1	2
7.1	3	2	2	3	2	2	4
7.2	2	2	2	3	2	2	4
8.1	3	4	4	0	3	3	4
9.1	2	2	2	3	3	3	3
9.2	4	4	3	3	4	4	0

9.3	4	4	4	4	4	4	1
9.4	4	4	4	4	4	4	4
9.5	4	4	4	4	4	4	4
9.6	4	4	4	4	4	4	4
10.1	4	4	4	4	3	3	4
10.2	4	4	4	4	3	3	4
11.1	3	2	2	4	3	3	3
11.2	4	3	3	3	3	3	4

Krav som er rangert med viktighetsgrad 2 er gitt dobbel uttelling. De er markert med uthevet skrift. Resultatet så slik ut:

Teknologi						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
4	8	8	4	6	6	6
8	8	8	4	6	6	8
6	6	6	2	4	4	2
4	4	4	1	1	1	1
8	4	8	8	6	8	2
6	8	6	8	8	8	8
6	6	6	2	6	6	8
4	4	4	2	6	6	4
6	6	6	6	6	6	6
3	3	3	2	3	2	0
2	6	6	2	6	2	6
2	6	6	2	6	2	6
4	6	6	4	6	4	6
6	4	6	6	4	4	4
6	4	4	6	6	6	6
6	4	4	6	4	4	6
6	4	4	6	4	4	6
8	8	8	0	6	6	8
4	8	8	4	4	4	8
8	6	8	0	8	8	8
4	4	4	4	6	4	6
1	1	2	1	1	1	2
6	4	4	6	4	4	8
2	2	2	3	2	2	4
6	8	8	0	6	6	8
2	2	2	3	3	3	3
4	4	3	3	4	4	0
4	4	4	4	4	4	1
4	4	4	4	4	4	4
8	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	6	6	8
8	8	8	8	6	6	8
6	4	4	8	6	6	6
8	6	6	6	6	6	8
186	188	194	149	180	169	191



HMS/KS

## Risikovurdering

HMS-avd	HM/SRV/2603	04.02.2011
Godkjent av	signe	Erstatter
Rektor	1 av 6	9.2.2010



re ved kartleggingen (m/funksjon):  
 skrive av hovedaktivitet/hovedprosess:

IPM  
 Lene K. Opsløn (student)  
 Arbeid knyttet til Prosjektoppgave 2013

Dato: 06.09.13

Aktivitet/prosess	Ansvarlig	Eksisterende dokumentasjon	Eksisterende sikringstiltak	Lov, forskrift o.l.	Kommentar
Transport og gange	LKO	Sunn fornuft, førerkortet	Bilbeite, fortau, forgjengerfelt, sykkelsti, trafikklys	Trafikkloven	Gange, sykkel, buss og bil vil benyttes
Kontorarbeid	LKO	Anbefalinger for bedre ergonomi på arbeidsplassen	HMS-avdelinger, tiltaksvalg, referansegrupper	Arbeidsplass-forskriften, arbeidsmiljøloven	Hovedsakelig aktiviteter på kontorplassen på IPM
Testing	LKO	Praksisbevis, bruksanvisninger	Oppmerksomhet, vernebriller, bruksanvisninger, førstehjelpsskrin	HMS regler på løbren, laboratorie- og verkstedshåndbok	Usikkert hvilket arbeid som skal utføres på verkstedet, må revideres

*Jealhar sett dette arkivet av 4*

## Vedlegg F – Risikovurdering



NTNU		Utarbeidet av		Nnummer	Dato
		HMS-avd. godkjent av		HMSRV/2603	04.02.2011
HMS/IKS		Rektor		side	Erstatter
		2 av 6		9.2.2010	

## Risikovurdering

Enhet: **IPM**  
 Veileder: **Detlef Blankenburg**  
 Deltakere ved risikovurderingen (m/ funksjon): **Lene K. Opsjøn (student)**

Dato: 06.09.13

Jeg har sett på dette og godkjent av 4  
 10/9/13 Detlef Blankenburg

ID	Aktivitet fra kartleggings-skjemaet	Mulig uønsket hendelse/ belastning	Vurdering av sannsynlighet (1-5)	Vurdering av konsekvens:			Risiko-verdi	Kommentarer/ status Forslag til tiltak
				Menneske (A-E)	Ytre miljø (A-E)	Øk/ materiell (A-E)	Om-dømm (A-E)	
01.	Transport og gange							
01.01.	Gange							
01.01.01.	Påkørsel av kjøretøy	Skader, kroniske skader, død	1	E	A	C	C	Ferdes i trafikken med vett. Ta forholdsregler! Sjekke sykkel og bil før det brukes. Bruke refleks om det er mørkt. Si ifra om noen kjører uforsvarlig. Bruke belte både i bil og buss. Bevege seg når bussen har stanset.
01.02.	Sykkel	Skader, kroniske skader, død	2	D	A	C	C	1E
01.02.01.	Påkørsel av kjøretøy	Skader, kroniske skader, død	3	B	A	B	A	2D
01.02.02.	Fall	Skader, kroniske skader	3	B	A	B	A	3B
01.03.	Busstransport							
01.03.01.	Krasj	Skader, kroniske skader	1	C	C	B	C	1C
01.03.02.	Fall i buss	Skader, kroniske skader	3	B	C	A	A	3B
01.04.	Bil							
01.04.01.	Krasj	Skader, kroniske skader, død	2	E	D	D	C	2E
01.04.02.	Uttorkjøring	Skader, kroniske skader, død	3	D	D	D	C	3D
02.	Kontorarbeid							
02.01.	Sittestilling	Rygg- og nakkeskader, muskel- og spenningsbelastninger	5	B		A	A	5B
02.02.	Belysning	Synssvekkelse, spenningsbelastninger	3	A		B	B	3A
02.03.	Støy	Hodepine, svekket hørsel, nedsatt konsentrasjon	3	B		A	C	3B
02.04.	Klima	Hodepine, nedsatt konsentrasjon, sykdom	5	A		A	C	5A
02.05.	Brann	Forrenning- og luftveis skader, død	2	E		D	C	2E
02.06.	Elektrisk støt	Minde støtskader	2	A		A	A	2A



NTNU		Utarbeidet av		Nummer		Dato	
		HMS-avd.		HMSR/2503		04.02.2011	
HMSIKS		godkjent av		Side		Erstatler	
		Rektor		3 av 6		9.2.2010	

### Risikovurdering

03.	Testing (kommer senere)								
-----	-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

- Sannsynlighet**
1. Svært liten
  2. Liten
  3. Middels
  4. Stor
  5. Svært stor
- Konsekvens**
- A. Svært liten
  - B. Liten
  - C. Moderat
  - D. Alvorlig
  - E. Svært alvorlig

Risikoverdi (beregnes hver for seg):  
 Menneske = Sannsynlighet x Konsekvens  
 Ytre miljø = Sannsynlighet x Konsekvens  
 Økonomi/materiell = Sannsynlighet x Konsekvens

### Sannsynlighet vurderes etter følgende kriterier:

Svært liten 1	Liten 2	Middels 3	Stor 4	Svært stor 5
1 gang pr 50 år eller sjeldnere	1 gang pr 10 år eller sjeldnere	1 gang pr år eller sjeldnere	1 gang pr måned eller sjeldnere	Sliker ukentlig

### Konsekvens vurderes etter følgende kriterier:

Gradering	Menneske	Ytre miljø Vann, jord og luft	Økonomi/materiell	Omdømme
E Svært Alvorlig	Død	Svært langvarig og ikke reversibel skade	Drifts- eller aktivitetstans > 1 år.	Troverdighet og respekt, betydelig og varig svekket
D Alvorlig	Alvorlig personskade. Mulig uførhet	Langvarig skade. Lang restitusjonstid	Driftstans > 1/2 år. Aktivitetstans i opp til 1 år	Troverdighet og respekt, betydelig svekket
C Moderat	Alvorlig personskade.	Mindre skade og lang restitusjonstid	Drifts- eller aktivitetstans < 1 mnd	Troverdighet og respekt, svekket
B Liten	Skade som krever medisinsk behandling	Mindre skade og kort restitusjonstid	Drifts- eller aktivitetstans < 1 uke	Negativ påvirkning på troverdighet og respekt
A Svært liten	Skade som krever førstehjelp	Ubetydelig skade og kort restitusjonstid	Drifts- eller aktivitetstans < 1 dag	Liten påvirkning på troverdighet og respekt

Risikoverdi = Sannsynlighet x Konsekvens

Jeg har sett dette utført av  
 10/9/13 Betlef Bldnkensburg

NTNU		Utarbeidet av		Nummer		Dato	
		HMS-avd.		HMSRV/2603		04.02.2011	
HMSIKS		godkjent av		side		Erstatler	
		Rektor		6 av 6		9.2.2010	
<b>Risikovurdering</b>							

Enhet: IPM

## Handlingsplan

ID.nr	Beskrivelse av tiltaket	Ansvarlig	Innen dato	Gjennomført/ Kontrollert, dato
01.01.01.	Følg trafikkregler, gå på foran, bruk refleks, gå over ved forleggerfelt	LKO	d.d.	
01.02.01.	Følg trafikkregler, bruk sykkelveier, sjekk at sykkelen er i god stand, vis tydelige tegn.	LKO	d.d.	
01.02.02.	bielm, ha tilstrekkelig med tilleggsutstyr (lys bak og foran, refleks), værte føre var.	LKO	d.d.	
01.03.01.	Følg trafikkregler, si ifra om bussjåføren kjører uforvarlig, bruk sikkerhetsbelte	LKO	d.d.	
01.03.02.	Sørge for å alltid ha noe å holde i, sette stille til bussen stopper.	LKO	d.d.	
01.04.01.	Følg trafikkloven, ikke overskride fartsgrensar, senke farten ved problematiske områder.	LKO	d.d.	
01.04.02.	nummerere distraheringer.	LKO	d.d.	
02.01.	Stille inn arbeidsstol og bord for optimal ergonomi, støtte i form av musematte og tastatur	LKO	d.d.	
02.03.	Brnk ørepropper/hørselsvern, endre oppholdssed, melde ifra til ansvarlig	LKO	d.d.	
02.04.	Åpne vinduer, ta hyppige pauser, melde ifra til ansvarlig	LKO	d.d.	
02.05.	Gjøre seg kjent med: rømningsveier, HMS-regler, hvor brannslukningsapparat er og førstehjelpsskrm. Kontinuerlig sjekk av utstyr - brannøvelser	LKO	d.d.	

Dato: \_\_\_\_\_ Linjeleder: \_\_\_\_\_

Jeg har sett dette  
1079/13. Satt til Blått  
1079/13. Satt til Blått