



Høgskulen på Vestlandet

Bacheloroppgave

ING3060

Predefinert informasjon

Startdato:	30-04-2018 20:32	Termin:	2018 VÅR
Sluttdato:	09-05-2018 12:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgave med muntlig presentasjon/eksaminasjon		
SIS-kode:	203 ING3060 1 BOPPG 2018 VÅR		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Navn:	Erik Yong Han Stanzen
Kandidatnr.:	405
HVL-id:	137614@hvl.no

Informasjon fra deltaker

Tittel *:	Brannrisiko ved bruk av mobiladaptere		
Tro- og loverklæring *:	Ja	Inneholder besvarelsen konfidensiell materiale?:	Nei
Jeg bekrefter at jeg har registrert oppgavetittelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på vitnemålet mitt *:	Ja		

Gruppe

Gruppenavn:	B03
Gruppenummer:	1
Andre medlemmer i gruppen:	Reynaldo Andres Fosheim Galaz, Martin Sjølland

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja



Høgskulen
på Vestlandet

Brannrisiko ved bruk av mobiladaptere



Bachelorprosjekt utført ved
Høgskolen på Vestlandet – Studie for ingeniørfag

Brann, Sikkerhet, Kvalitet og HMS

Av: Galáz, Reynaldo Andrés F.
Stanzén, Erik
Sølland, Martin

Kand.nr.404
Kand.nr.405
Kand.nr.407

Haugesund

Våren 2018

BACHELORPROSJEKT

Studenten(e)s navn: Erik Stanzén
Reynaldo Andrés F. Galáz
Martin Sølland

Linje & studieretning Bachelor i ingeniørfag,
KHMS og brannsikkerhet

Oppgavens tittel: Brannrisiko ved bruk av mobiladaptere.

Oppgavetekst:

Prosjektoppgaven omhandler å undersøke brannrisiko ved bruk av mobiladaptere fra ulike leverandører, under kortvarig og langvarig lading, og om kvalitetsforskjellen fra de originale og uoriginale adapterne utgjør en risiko for brannutvikling.

Innledningsvis skal prosjektgruppen hente inn relevant data, gjøre nødvendig forarbeid før testing og gjennomføre en risikoanalyse for langvarig lading om natten. Videre skal dette bachelorprosjektet utføre tester og drøfte kritiske verdier for brannrisiko ved bruk av forskjellige mobiladaptere.

Formålet med prosjektet er å bistå i utviklingen av et grunder produkt, og få en indikasjon på hvordan produktet kan redusere risikoen for brann.

Endelig oppgave gitt: 7. mai 2018

Innleveringsfrist: Onsdag 9.mai 2018 kl. 12.00

Intern veileder: Bjarne Christian Hagen

Ekstern veileder: Geir Owe Pedersen

**Godkjent av
studieansvarlig:**

Dato:

7/5-18



Oppgavens tittel		Rapportnummer (Fylles ikke ut)
Brannrisiko ved bruk av mobiladapere		
Utført av		
Reynaldo Andrés F. Galáz, Erik Stanzén og Martin Sølland		
Linje	Studieretning	
Sikkerhet, Brannteknikk, hhv. HMS	Brann, Kvalitet og HMS	
Gradering	Innlevert dato	Veiledere
Åpen	09.05.2018	Bjarne Christian Hagen (intern) Geir Owe Dahl-Pedersen (ekstern)

Ekstrakt

Formålet ble oppgaven var å evaluere brannrisikoen ved bruk av mobiladapere.

Den økende bruken av mobiltelefonen fører til flere ladninger om dagen og gjerne over natten. I den forbindelse vil det være nyttig å kartlegge risikoen adapterne utgjør i forhold til brann og om denne utgjør en trussel i dagens samfunn.

Gjennom utførte forsøk ble temperaturen som oppsto i adapterne målt til å være langt under antennelsestemperaturen for PVC og det ble konkludert med at adapterne, ved normal bruk, ikke utgjorde en betydelig risiko i forhold til brannutvikling. Det var ingen antydning til hverken røykdannelse eller kritisk høye temperaturer under både normale lade forhold og ved en simulert overbelastning i adapterne. Det ble videre konkludert at dersom adaptere skulle være årsaken til en brann vil det høyst sannsynlig skyldes slitasje eller skade på adapterne.

Som avslutning ble resultatene brukt til å gi anbefalinger for et produkt som skal redusere risikoen ytterligere ved bruk av mobiladapere.

Forord

Denne oppgaven representerer avslutning på vårt bachelorstudium i Brannsikkerhet og KHMS ved Høgskolen på Vestlandet, campus Haugesund. Oppgaven utgjør 20 studiepoeng og inkluderer en teknisk rapport, et produkt og en plakat.

Høsten 2017 kontaktet Validé Haugesund, Høgskolen på Vestlandet for å utlyse en bacheloroppgave for avgangsstudenter på ingeniørstudiet. Bakgrunnen for utlysningen var gjennom et gründerprosjekt som ønsket forskning på brannrisiko til mobiladaptere. Vi ønsker å rette en stor takk til vår interne veileder Bjarne Christian Hagen for en god veiledning, oppfølging og tilrettelegging av denne oppgaven.

Vi vil også rette en stor takk til våre eksterne veiledere Geir Owe Pedersen og Kjell Tore Auestad Iversen for god dialog og tett oppfølging, samt Rikke Tobiasen Lønningen, vår kontaktperson gjennom Validé Haugesund. Til slutt vil vi takke Harald Spångberg, Fredrik Hemmingsson og Tore Ledaal for god hjelp underveis i oppgaven.

Reynaldo Andrés F. Galáz

Martin Sølland

Erik Stanzén

Reynaldo AFG

Martin Sølland

Erik Stanzén

Innholdsfortegnelse

Forord.....	iii
Figurliste.....	vi
Tabelliste.....	vii
Sammendrag.....	viii
SUMMARY.....	ix
1. Innledning.....	2
1.1. Bakgrunn.....	2
1.2. Formål/målsetting av oppgaven.....	2
1.3. Problemstilling.....	2
1.4. Begrensinger.....	3
2. Teori.....	5
2.1 Brann.....	5
2.1.1. Fasene i en brann.....	5
2.1.2. Varmeoverføring.....	6
2.1.3. Dannelse av røyklag.....	8
2.1.4. Ulmebrann.....	8
2.1.5. Branndeteksjon.....	10
2.1.6. Brannstatistikk.....	12
2.2. Risiko.....	14
2.2.1. Risikoanalyse.....	15
2.2.2. Grovanalyse.....	16
2.3. Elektro.....	20
2.3.1. Utstyr og oppsett.....	20
2.3.2. Aktuelle el-feil.....	23
2.3.3. Varmgang i elektrisk utstyr.....	24
3. Metode.....	26
3.1. Utstyr og oppsett.....	27
3.2. Laboratorieforsøk.....	30
3.2.1. Bakgrunnsforsøk.....	30
3.2.2. Test 1 – Normaltilstand.....	32
3.2.3. Test 2 – Parallelkoblede mostander.....	32
3.2.4. Test 3 – 12 timers test.....	32
4. Resultater.....	34
4.1. Laboratorieforsøk.....	34
4.1.1. Test 1 - Normaltilstand.....	34
4.1.2. Test 2 – Parallelkoblende motstander.....	35

4.1.3.	Test 3 – 12 timers test.....	36
4.2	Resultater av sammenligning av kretskort.....	37
4.3	Risikoanalysen	37
5	Diskusjon.....	40
5.1	Temperaturøkning i adaptere.....	40
5.2	Kvalitet hos adaptere.....	44
5.3	Brannrisiko ved bruk av adaptere	44
5.4	Valg av material, makstemperatur og detektor.....	45
5.5	Feilkilder.....	46
6	Konklusjon	48
7	Videre arbeid	50
8	Bibliografi	52
	VEDLEGG 1 - RISIKOANALYSE.....	54
	VEDLEGG 1A: Kartlegging av uønskede hendelser	55
	VEDLEGG 1B: Grovanalyse med beskrivelse drøfting av sannsynlighet og usikkerhet ...	56
	VEDLEGG 1C: Kommentarer til grovanalysen.....	59
	VEDLEGG 2 – LABORATORIEFORSØK.....	61
	VEDLEGG 2A: Grafer av originale adaptere	62
	VEDLEGG 2B: Grafer av uoriginale adaptere	63
	VEDLEGG 2C: 12 timers test.....	64

Figurliste

Figur 1: Fasene i en brann uttrykt ved temperatur (Karlsson & Quintiere, 2000).	6
Figur 2: Illustrerer funksjonen av en optisk detektor.	11
Figur 3: Brann- og redningsvesenets utryknings i 2017.	12
Figur 4: Antatt arnested, hentet fra (DSB, 2018).	13
Figur 5: Arnested for boligbrann.	13
Figur 6: Antatt tennkilde.	14
Figur 7: Flytskjema for grovanalyse (Rausand & Utne, 2009).	17
Figur 8: Mal for presentasjon av risiko i form av en risikomatrix (Rausand & Utne, 2009).	19
Figur 9: Skisse av transformator.	20
Figur 10: Oscilloskop er tatt i bruk under forsøk.	21
Figur 11: En motstand som ble tatt i bruk under forsøket.	21
Figur 12: FLIR ThermoCam SC500.	22
Figur 13: Skisse av en ladekrets med tre multimeter og et oscilloskop.	27
Figur 14: Målinger fra oscilloskopet, bilde 1 viser en original adapter med en jevn spenning og bilde 2 viser en uoriginal adapter med en ujevn spenning.	28
Figur 15: Skjerm bilde av programvare til ThermoCam SC500.	28
Figur 16: Utstyr til ladekretsen.	29
Figur 17: Oppsett fra normal mobillading.	30
Figur 18: Parallellkobling.	31
Figur 19: Gjennomsnittlig makstemperatur ved normalt tilstand på originale adapterer og uoriginale adaptere.	34
Figur 20: Gjennomsnittlig makstemperatur ved to parallelkoblede motstandere på originale adapterer og uoriginal adapterer.	35
Figur 21: Gjennomsnittstemperaturen for både originale adaptere X og uoriginale adaptere U ved enkelt motstand på 12 timer.	36
Figur 22: Gjennomsnittstemperaturen for både originale adaptere X og uoriginale adaptere U ved parallelkoblede motstandere på 12 timer.	36
Figur 23: Viser innmaten til to adapterer, bilde 1 av original og bilde 2 av uoriginal.	37
Figur 24: Farge indikator på klassifisering av usikkerhet fra lav til høy.	38
Figur 25: Presentasjon av risiko i form av en risikomatrix for uønskede hendelser som kan inntreffe.	38

Figur 26: Temperatur for originale adaptere ved normale forhold ved henholdsvis 15 min og 30 minutter.	62
Figur 27: Temperatur for originale adaptere ved to parallelkoblede motstandere ved henholdsvis 15 min og 30 minutter.	62
Figur 28: Test 1 - Temperatur for uoriginale adaptere ved normale forhold ved henholdsvis 15 min og 30 minutter.	63
Figur 29: Test 2 - Temperatur for uoriginale adaptere ved to parallelkoblede motstandere ved henholdsvis 15 og 30 minutter	63
Figur 30: Graf av original adapter X ved normale forhold under 12 timers test fra null til to timer.	64

Tabelliste

Tabell 1: Eksempel på farekilder og trusler innenfor ulike områder av analyseobjektet	16
Tabell 2: Klassifisering av frekvens/sannsynlighet (Norconsult, 2013).....	18
Tabell 3: Klassifisering av konsekvenser.	18
Tabell 4: Aktuelle feilsituasjoner som er vurdert i prosjektet.....	23
Tabell 5: Oversikt over antall forsøk utført på original og uoriginale adaptere.....	26
Tabell 6: Utstørliste.....	29
Tabell 7: Viser oversikten av adapternes verdi målt med mobil 1 og 2, med hensikt av å beregne en motstand.	30

Sammen drag

Hovedformålet med oppgaven var å se på brannrisikoen ved bruk av mobiladaptere. På grunn av den stadig økende mobilbruken, som medfører flere ladninger per dag og gjerne over natten, er det mange ubesvarte spørsmål knyttet til lading over en lengre periode.

Som en del av bachelorprosjektet har det blitt innhentet informasjon om mobiladaptere; forskjellige adapterer fra ulike leverandører, både originale og uoriginale, tidligere hendelser ved lading, tidligere utførte brannforsøk med feil på elektrisk utstyr og diverse rapporter.

Rapporten presenterer 252 laboratorieforsøk hvor det ble undersøkt hvilke temperaturer som kan oppstå i adapterne. Forsøket skulle gjenspeile en reell elektrisk installasjon, under både normale ladeforhold og ved bruk av økt strømmengde. Forsøkene undersøkte også funksjonaliteten og kvaliteten til både originale og uoriginale adaptere.

Det fremkommer i resultatene at temperaturen i adapterne er langt under antennelses-temperaturen for PVC, hvor den høyeste temperaturen ble målt 50 °C. Det var ingen antydning til hverken røykdannelse eller kritisk høye temperaturer. Dette tilsier at adapterne ved normal bruk ikke utgjør en betydelig risiko i forhold til brannutvikling. Dersom adapterne skulle være årsaken til en brannutvikling vil det høyst sannsynlig skyldes slitasje og skader på adapterne.

Det er utarbeidet forslag til videre arbeid, samt anbefalinger til et produkt som skal redusere brannrisiko ved bruk av mobiladaptere. For produktet vil det være mest hensiktsmessig å benytte en varmedetektor med maksimumstemperatur. Dette er basert på hva som er forventet av brannforløp i adapterne og vil ha den beste forutsetningen for tidlig deteksjon.

SUMMARY

The purpose of this bachelor thesis is to look at the fire risk of using phone adapters for long time charging. The constant increase in the usage of cellphones leads to several charges per day and usually overnight, and there are many unanswered questions related to charging over an extended period.

As a part of the bachelor project, information on adapters has been obtained; different adapters from different suppliers, both original and unoriginal, past charging events, additional fire test with malfunction of electrical equipment and various reports.

The report presents 252 laboratory tests where it was examined which temperatures could occur in the adapters. The experiment should reflect a real electrical installation, under both normal charging conditions and the usage of a larger electric current. The experiment also examined the functionality and quality of both original and unoriginal adapters.

The results show that the temperature in the adapters is far below the ignition temperature of PVC, where the highest temperature was measured at 50 °C. There was no indication of smoke formation or critically high temperatures. This means that, under normal use, the adapters do not represent a significant risk in relation to fire development. If the adapters should be the main cause of a fire development, it is most likely due to damage on the adapters.

Suggestions for further work have been prepared, as well as recommendations for a product that will reduce the fire risk of using adapters. Its recommended for the product to use a heat detector with a maximum temperature with a given parameter. This is based on the expected fire development in the adapters and will have the best prerequisite for early detection.



I dette kapittelet vil rapportens tema, bakgrunn og avgrensninger beskrives.
Oppbygningen av rapporten presenteres, for å gjøre navigeringen enklere for leseren.
Gruppens problemstilling utdypes også nærmere i dette kapittelet.

KAPITTEL 1

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

I dagens samfunn oppfattes mobiltelefonen som en nødvendighet for mange mennesker over hele verden. Muligheten til å kontakte familie, forretningsforbindelser og tilgang til e-post er bare noen av grunnene til at mobiltelefoners bruk øker betydelig. Dette medfører at mange må lade mobiltelefonen opptil flere ganger om dagen. I mange tilfeller velger folk å lade mobiltelefonen over natten, slik at man våkner opp til 100 % ny oppladet telefon på morgenen, selv om en mobiltelefon bare trenger 1 til 2 timer lading for å bli fulladet.

Om det skulle oppstå en brannutvikling i adapterne i løpet av natten, vil dette være kritisk dersom det ikke oppdages. Både adapterne og mobiltelefonen kan ta fyr eller kortslutte og kan frigi giftig røyk, som kan være farlig for liv og helse.

1.2. Formål/målsetting av oppgaven

For å redusere faren for brann ved mobillading må det identifiseres mulige antennelseskilder ved lading. Det er flere mulige antennelseskilder; adapterne, kabler og selve mobilen. I denne oppgaven vil adapterne bli undersøkt. Prosjektgruppen vil bistå i utviklingen av et gründer produkt, og få en indikasjon på hvordan produktet kan redusere risikoen for brann.

1.3. Problemstilling

Hensikten med denne oppgaven er to delt. Først vil det bli undersøkt hvor varme adapterne blir ved kort- og langvarig opplading av mobiltelefoner. Videre skal det undersøkes om det er forskjeller mellom originale og uoriginale adaptere.

1.4. Begrensinger

I laboratorieforsøket testes tre originale adaptere fra ulike leverandører, samt én type uoriginale adaptere. Det finnes mange forskjellige adaptere som brukes daglig. Resultatene fra laboratorieforsøkene i denne rapporten kan derfor ikke overføres ukritisk til alle adaptere.

Det testes også kun ett scenario der to parallelkoblede motstand øker strømmen i adapterne. Det finnes flere problemområder som bør utforskes som f.eks., kan mobilen eller ladekabel være en mulig brannkilde.

Begrensninger i denne oppgaven er utredet etter ønske fra ekstern veileder, samt produktene som ble anskaffet. Det vil derfor ikke tas hensyn til brukte og skadde adaptere eller andre type adaptere enn det som ble levert. Grunnet feilbestilling ble også de uoriginale adapterne for adapter Y og Z ikke benyttet i forsøkene.



I dette kapitlet vil de viktigste teoriene relatert til hoveddelen av rapporten bli omtalt, med formål om å belyse de viktigste delene av brann og sikkerhet.

KAPITTEL 2

2. Teori

2.1 Brann

2.1.1. Fasene i en brann

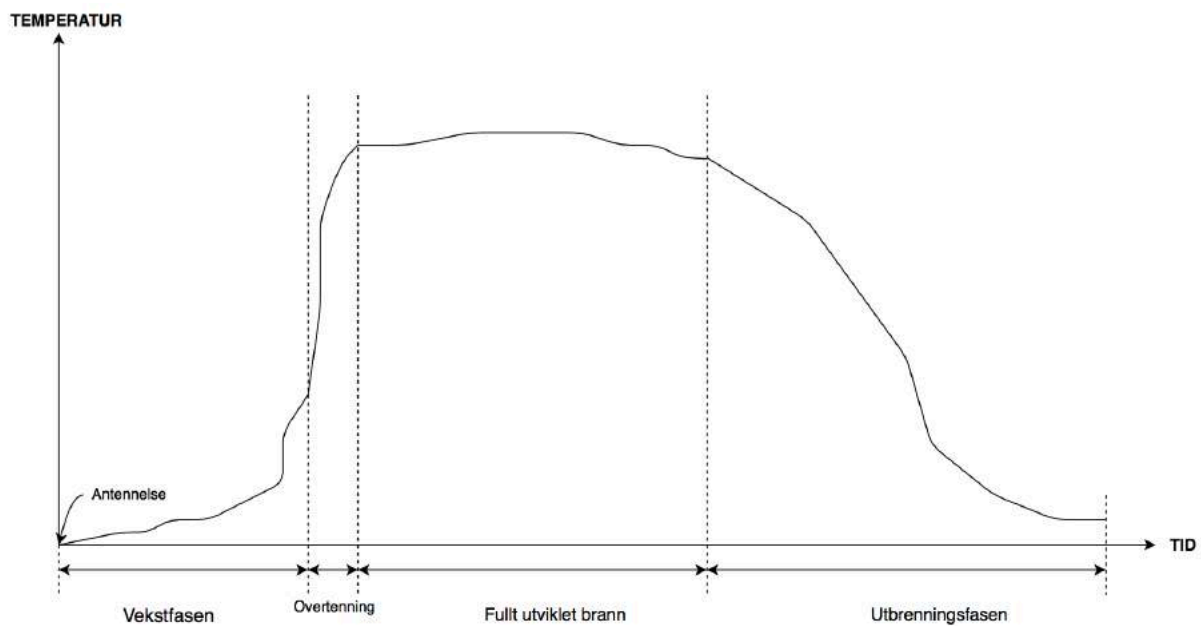
En rombrann kan deles inn i ulike faser som karakteriserer hvordan en brann utvikler seg fra start til slutt; antennelsesfasen, vekstfasen, overtenning, fullt utviklet brann og utbrenningsfasen (se figur 1) (Karlsson & Quintiere, 2000). En rombrann vil starte i det små ved en antennelse, og utvikle seg over tid dersom brannen får brenne fritt uten aktiv sløkking. Antennelse kan skje ved pilotantennelse, spontanantennelse eller selvantennelse. Pilotantennelse er en antennelse ved sekundære energikilder som fyrstikker, gnister eller glør (Hagen, 2004). I en spontanantennelse er det en ytre strålskilde som varmer opp et materiale til den temperaturen hvor materialet starter å brenne, og selvantennelse er hvor materialet selv produserer så mye energi at det antennes (Hagen, 2004).

Etter antennelse kan brannen vokse sakte eller raskt, avhengig av forbrenningsmaterialet, tilgjengeligheten til omkringliggende materiale og tilgang på oksygen. Figur 1 viser hvordan en vekstfase kan utvikle seg (Karlsson & Quintiere, 2000). Hvordan en brann kan spre seg er forklart videre i kap. 2.1.2.

Fasen fra vekstperiode til fullt utviklet rombrann er overtenning (figur 1). Fenomenet overtenning kjennetegnes ved en ekstremt hurtig brannutvikling, hvor temperaturen i røyklaget overstiger 500 °C og varmestråling til gulvet på 15 – 20 kW/m² (Karlsson & Quintiere, 2000). Etter vekstperioden vil brannen nå sin maksimale energifrigjøring. Dette omtales som en fullt utviklet brann og involverer alle brennbare materialer (figur 1). I dette stadiet er brannen ventilasjonskontrollert, noe som tilsier at brannen har begrenset tilgang på oksygen og reguleres etter mengden oksygen i rommet. Dersom et underventilert rom får tilført store mengder luft, f.eks. ved at en dør åpnes, kan det oppstå en branngassantennelse også kalt backdraft (Fleischmann & Chen, 2013). Røyktemperaturen i en fullt utviklet brann er høy og kan ligge mellom 700 – 1200 °C (Karlsson & Quintiere, 2000).

Siden en fullt utviklet brann har et stort forbruk av brennbart materiale vil mengden brensel reduseres ut over i brannforløpet og brannen vil begynne å avta. Dette er utbrenningsfasen, også kjent som avkjølingsfasen. Her vil brannens energiproduksjon reduseres og brannen vil til slutt

dø ut. Utbrenningsfasen kan vare svært lenge, og bør dermed ikke undervurderes i forbindelse med risikoanalyser (Hagen, 2004).



Figur 1: Fasene i en brann uttrykt ved temperatur (Karlsson & Quintiere, 2000).

2.1.2. Varmeoverføring

Varmeoverføring eller varmetransport er overføring av termisk energi fra et varmt til kaldt område. Konduksjon, konveksjon og stråling er tre ulike varmeoverføringsmekanismene (Nguyen, 2012).

Konduksjon eller varmeledning baserer seg på varmeoverføring i og langs et materiale. Hvor raskt varmespredningen skjer avhenger av varmeledningsevnen til materialet. Varmeledningsevnen til materialet vil være den avgjørende faktoren i forhold til spredningen sammen med varmekilden. Høy varmeledningsevne vil tilsi at materialet varmes fort opp og at varmen sprer seg raskt (Drysdale, 2011).

Konveksjon er en varmeoverføringsmekanisme som baserer seg på varmespredning og strømning fra eller til et fast stoff gjennom en gass eller væske (Drysdale, 2011). Når luft varmes opp vil temperaturforskjellen mellom kald og varm luft medføre at varm luft stiger. Den varme luften vil varme opp nærliggende materialer. Konveksjon deles videre inn i to deler, tvungen og naturlig konveksjon.

Mens naturlig konveksjon er på grunn av oppdriftskreftene er tvungen konveksjon et resultat av ytre krefter som påvirker strømmingen, som f.eks. en vifte (Atreya, 2016).

Termisk stråling er elektromagnetiske bølger som blir sendt ut fra en varmekilde med lysets hastighet (Atreya, 2016) og er den dominerende varmeoverføringsmekanismen i vekstfasen, overtenning og i fullt utviklet brann. De elektromagnetiske bølgene treffer omkringliggende materiale som deretter absorberer, emitterer og reflekterer varmen. Hvor raskt et materiale varmes opp avhenger av hvor mottakelige disse materialene er for varmen de blir utsatt for og hvor høy temperaturen er. I en flammebrann er det spesielt sot i røyklaget som bidrar til strålingen som avgis og som videre medfører brannspredning. Mengden sot som produseres vil være avgjørende for hvor mye varmestråling som produseres under forbrenningen (Karlsson & Quintiere, 2000) (Drysdale, 2011).

Selv om alle varmeoverføringsmekanismene bidrar i en brann, er det ulike tidspunkter i brannforløpet hvor den enkelte varmeoverføringsmekanismen er mest dominerende. I en tidlig fase av brannforløpet vil energitransporten være størst via konveksjon og konduksjon. Stråling tar over som den dominerende varmeoverføringsmekanismen lengere ut i brannforløpet. Dette kommer av at de elektromagnetiske bølger vil være sterkere ved høyere temperatur, og større mengde stråling avgis fra røyklaget som utvikles lenger ut i forløpet. Mens konduksjon og konveksjon krever direkte kontakt mellom objekter for å overføre varme, vil termisk stråling overføre varme gjennom elektromagnetiske bølger til adskilte objekter (C.L. Tien, 2016). Ved overtenning vil termisk stråling dominere varmeoverføringen, dette kommer av mengden stråling som avgis fra røyklaget i denne fasen.

2.1.3. Dannelse av røyklag

Røyk defineres av kbt.no som: «*Blandingen av gasser og aerosoler, inkludert partikler og innblandet luft, som dannes ved forbrenning eller pyrolyse¹*» (Kollegiet for brannfaglig terminologi, u.d.).

Røyk er den ledende årsaken til dødsfall ved brann. Røyk er forbrenningsprodukter som blandes inn med luft, der CO₂ og CO er de mest dominerende delene av forbrenningsproduktene i en flamme- eller ulmebrann. Røyken som produseres oppnår ofte høye temperaturer og inneholder giftige gasser som ved innånding skader lungene og kan forårsake kvelning. Den vanligste årsaken til dødsfall ved brann er CO forgiftning. CO opptar plassen i de røde blodlegemene slik at O₂ fortrenses og en kveles (Liebe, 2015). Tetthetsforskjeller mellom omliggende luft og forbrenningsproduktene gjør at røyksøylen stiger, dersom røyksøylen treffer eksempelvis et tak vil røyken presses nedover og det blir dannet et røyklag (Hagen, 2004).

2.1.4. Ulmebrann

Ulmebrann er en saktegående forbrenning med lav temperatur uten utsendelse av lys og uten flamme. Forbrenningsprosessen kan føre til pyrolysing av materialet og videre utvikle seg til en flammebrann (Stensaas, 2007).

Nedbryting som et resultat av pyrolyse kan forekomme i de fleste materialer, men det er kun et mindre antall materialer som kan brenne som ulmebrann. Cellulose-baserte materialer som tre, papir, bomull, papp osv. er i stand til å brenne som ulmebrann, dette er materialer som er porøse og kornete og som er i stand til å forkulle (Rein, 2016). Materialet må også ha liten til ingen tendens til å smelte. Når slike materialer blir utsatt for en lavtemperatur varmekilde over lang tid vil materialet anses som pyrofort². Ved tilførsel av luft, samtidig som materialet er i stand til å selvantenne, kan en ulmebrann forekomme (Stensaas, 2007).

Ved pyrolysing av materialet avgir ulmebrannen svært giftige og lett antenkelige gasser som ved antennelse kan utvikles til en flammebrann. Til forskjell fra en flammebrann hvor temperaturen i flammene vil ligge rundt 900 - 1400 °C vil temperaturen ved ulmebrann ligge i et område rundt 300 - 600 °C, noe som er vesentlig lavere enn ved flammebrann.

¹ **Pyrolyse:** Irreversibel kjemisk spalting av et stoff under påvirkning av varme.

² **Pyrofort materiale:** Materiale som er eksponert for lav temperatur over lang tid under oksygenfattige forhold, som kan selvantenne når det kommer i kontakt med luft.

En annen forskjell mellom ulmebrann og flammebrann er at forbrenningen i en ulmebrann skjer i overflaten på et fast materiale, mens forbrenningen i en flammebrann skjer i gassfasen (Rein, 2016).

En ulmebrann produserer relativt lite varme og har lav varmeutvikling sammenlignet med en flammebrann, men produserer til gjengjeld større mengde giftig gass. Som et resultat av den lave varmeutviklingen vil røyktemperaturen være vesentlig mye lavere enn ved en flammebrann. Dette medfører at røyken benytter hele romvolumet istedenfor å stige mot taket der røykdetektoren som oftest er plassert. Når ulmebrannen i tillegg produserer store, lyse røykpartikler vil kombinasjonen skape utfordringer i forhold til deteksjon (Stensaas, 2007). De lyse røykpartiklene gjør det vanskelig for en røykdetektor å oppdage brannen samtidig som den lave varmeutviklingen gjør så ulmebrannen ikke blir detektert like raskt som en flammebrann. Dette kan ha sin forklaring i at grensen for aktivering av røykdetektor ikke skjer like raskt ved en ulmebrann. Røyken som produseres beveger seg langsommere, er mindre konsentrert og er mer utsatt for ytre krefter som kan forårsake forsinkelser. Det kan også forekomme at røyken som produseres ikke blir fanget opp av detektoren eller at det ikke produseres nok røyk til at detektoren slår ut (Sesseng, Reitan, & Fjær, 2015).

Mengden giftige gasser som produserer i en ulmebrann utgjør en helsemessig utfordring. Røyken som produseres er av lav temperatur, noe som tilsier at røyken ikke vil stige som en normal flammebrann, men legge seg i området der mennesker oppholder seg. En flammebrann hvor det normalt sett er tilstrekkelig tilgang til O_2 produserer CO_2 og vann. En ulmebrann produserer en større mengde giftige gasser, blant dem CO. Mengden CO_2 og CO som blir produsert omtrent like, noe som tilsier at sannsynligheten for innånding av CO er store kan føre til alvorlige helseskader (Lie, 2017) (Liebe, 2015). Foruten om CO er det en rekke andre gasser som kan forårsake skade på lunger og luftveier, blant annet CO_2 , HCN og HCl.

2.1.5. Brann-deteksjon

Et viktig element for å øke brann-sikkerheten er deteksjon. Mange brannrelaterte dødsårsaker er et resultat av at brannen ikke blir oppdaget i en tidlig fase (Sesseng, 2012). I tilfeller der personer sover eller har nedsatt evne til å oppdage og reagere på et eventuelt branntilløp, er en brann-detektor en viktig bidragsyter for å detektere og varsle. Tidlig deteksjon og varsling er essensielt for å redusere materielle skader, forhindre tap av verdier og menneskeliv. Det vil ved større branner også minske den nødvendige rømningstiden ved at personene som oppholder seg i bygget blir varslet på et tidlig stadium og dermed har mer tid for rømning og evakuering, eventuelt aktiv brannbekjempelse (SINTEF, 2016). For deteksjon av brann benyttes det detektorer som reagerer på varme, røyk og elektromagnetisk stråling, henholdsvis varmedetektor, røykdetektor og flammedetektor (Hagen, 2004) (Bukowski & O'Laughlin, 1994).

Varmedetektor reagerer på endring i temperatur i omliggende område. Den varme luften eller røyken vil varme opp et element i detektoren, som gir et signal om at det brenner eller om det er unaturlig temperaturøkning i område. Det benyttes to ulike detektorprinsipper for varme-detektor: maksimumstemperatur og temperaturdifferensial. Når temperaturen overskrider parameterne satt for en gitt detektor vil den varsle og sende ut et signal om en eventuell brann (Bukowski & O'Laughlin, 1994). Det finnes også ulike type varmedetektorer, noen ødelegges på grunn av varmeøkningen eller den varme røyken mens andre kan benyttes flere ganger dersom det ikke er oppstått skader på detektoren. De som ødelegges grunnet varme har et element som smelter når de utsettes for varme, på samme måte som et spinklerhode smelter når temperaturen blir for høy (Hagen, 2004).

En detektor som benytter prinsippet for temperaturdifferensial utløses ved unaturlig endring i temperatur i område. I et brannrom vil temperaturen i området øke med 7 - 8 °C pr. minutt, mens temperaturendringen under normale forhold ikke vil overstige 6 °C. Ved en sen brannutvikling kan dette føre til at brannen ikke oppdages. For å forsikre at en brann detekteres vil de fleste temperaturdifferensial detektorene også ha en maksimumstemperatur hvor den aktiveres (Hagen, 2004).

En røykdetektor varsler dersom det er økning av røykpartikler i luften, det benyttes enten ionisk eller optisk detektor. En viktig variabel å ta i betraktning ved installasjon av røykdetektor er omgivelsestemperaturen. Røykdetektorer blir vanligvis installert i områder hvor temperaturen

ligger ved normal romtemperatur (Bukowski & O'Laughlin, 1994). Generelt har vi to ulike typer røykdetektorer, ionisk- og optisk røykdetektor.

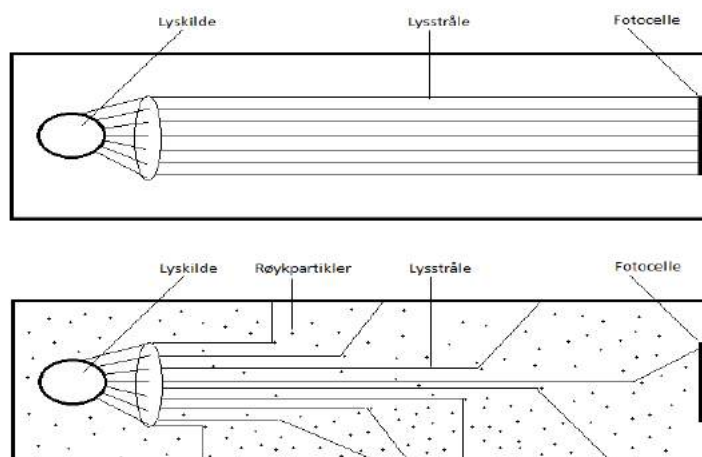
Ionedetektor

I en ionisk røykdetektor har detektoren et kammer med en radioaktiv kilde som måler den elektriske ledeevnen i luften. På denne måten vil den ioniserte luften sende elektrisk strøm mellom to elektroder. Dersom røykpartikler entrer kammeret fester de seg til de ioniserte luftmolekylene, på denne måten vil strømmen reduseres og alarmen utløses (Stensaas, 2007).

Hvor følsom ionedetektoren er avhenger av størrelsesfordelingen av røykpartiklene. Ionedektoren er avhengig av at røykpartiklene skal treffe et ion, det vil derfor være best egnet til cellulosematerialer som brenner med flammer der det er høy konsentrasjon av små partikler. Ulmebranner der det er mindre konsentrasjoner av større partikler vil ikke ionedetektoren være godt egnet (Stensaas, 2007).

Optisk detektor

Til forskjell fra ionisk detektor reagerer optisk detektor på lysdempning eller lysspredning. En optisk detektor som operer med lysdempingsprinsippet fungerer på den måten at den har en lysstråle som konstant lyser på en fotocelle. Ved en eventuell røykutvikling vil røykpartiklene bryte lysstrålen som videre resulterer i at lysmengden som treffer fotocellen reduseres som vist i figur 2. Når lysstrålen reduseres tilstrekkelig vil alarmen utløses (Bukowski & O'Laughlin, 1994). Lysspredning vil også benytte seg av en lyskilde, men vil reflektere lyset mot fotocellen ved tegn til røykpartikler i luften. Alarmen utløses når fotocellen blir belyst tilstrekkelig (Bukowski & O'Laughlin, 1994).



Figur 2: Illustrerer funksjonen av en optisk detektor.

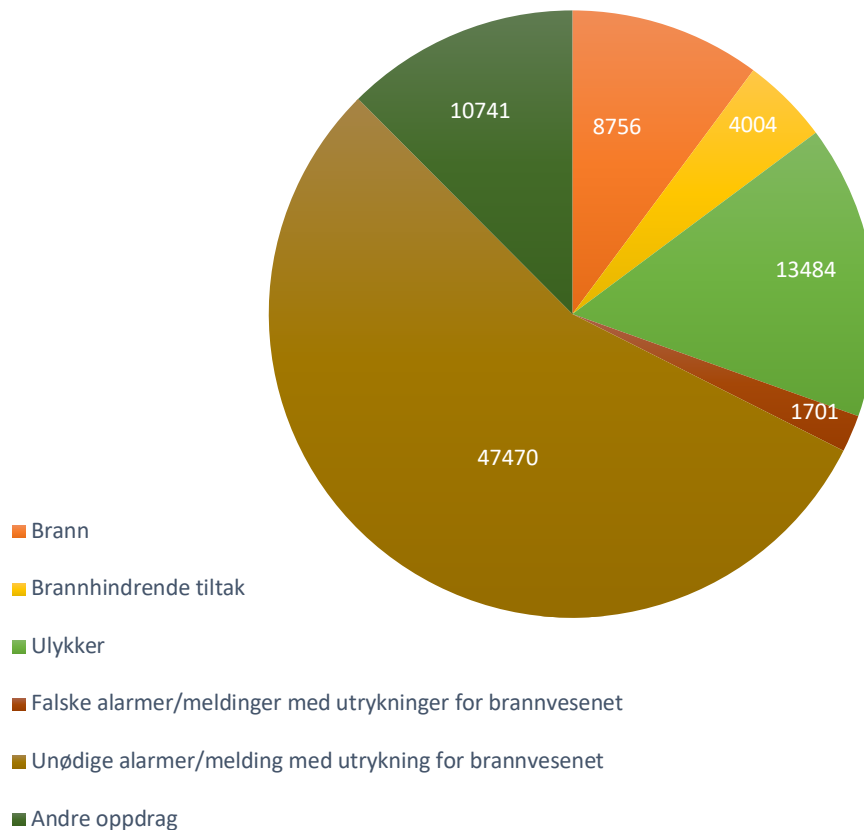
2.1.6. Brannstatistikk

For å kunne forebygge brann er det viktig med kunnskap om årsaker til at brann oppstår.

Brannårsaker skal rapporteres inn via BRIS, som er DSBs nye rapporteringsløsning og som ble tatt i bruk 1. januar 2016 for hele landet. Statistikken er fritt tilgjengelig på DSB.no

I 2017 rykket brann- og redningsetatene ut på 86 200 oppdrag, hvorav 57 % av utrykningene enten var unødige eller falske alarmer eller meldinger. Ved ca. 10 % av utrykningen var det brann og ved 5 % ble brannhindrende tiltak³ iverksatt, se figur 3 (DSB, 2018).

Brann- og redningsvesenets utrykninger 2017



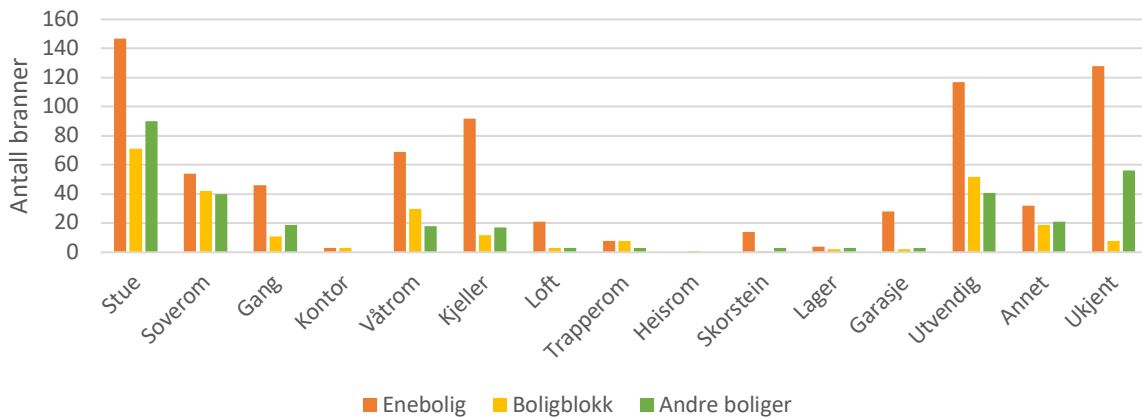
Figur 3: Brann- og redningsvesenets utrykninger i 2017.

Som man ser i figur 3 er det registret 8 756 branner i BRIS i 2017. Av disse brannene var det omtrent 3 000 (35 %) bygningsbranner.

³ Med brannhindrende tiltak komfyр menes for eksempel skumlegging, sjekk etter lynnedslag og undersøkelse av stikkontakter o.l.

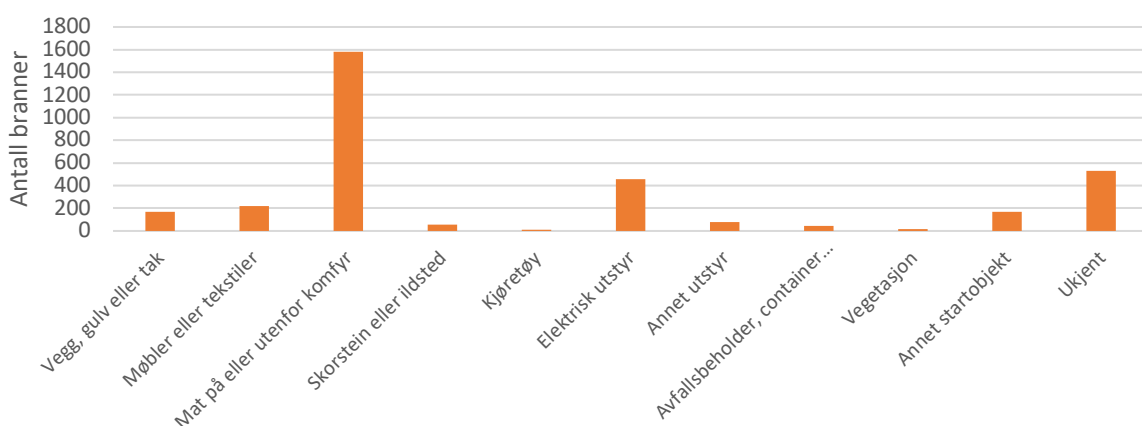
Arnested

Arnestedet for en boligbrann er det stedet i boligen der brannen starter. I følge BRIS sto «kjøkkenet» for 58 % av alle boligbranner i 2017, dette tilsvarer rundt 5 000 hendelser. Figur 4 viser andre arnesteder enn kjøkkenet.



Figur 4: Antatt arnested, hentet fra (DSB, 2018).

Som man ser i figur 4, antatt arnested, er stue den klart største andelen. Deretter følger kategori utvendig⁴ og ukjent. Hva som startet brannen kan ofte være vanskelig å fastslå og vil kreve en grundig vurdering av brann- og redningsvesenet, samt at dette kan være forskjellig i fra hva politiet kommer frem til i sin fastsettelse av brannårsaker i etterkant. Figur 5 viser at komfyrbranner utgjør hele 56 % av arnestedene ved boligbrannene, deretter følger elektrisk utstyr med 16 %.

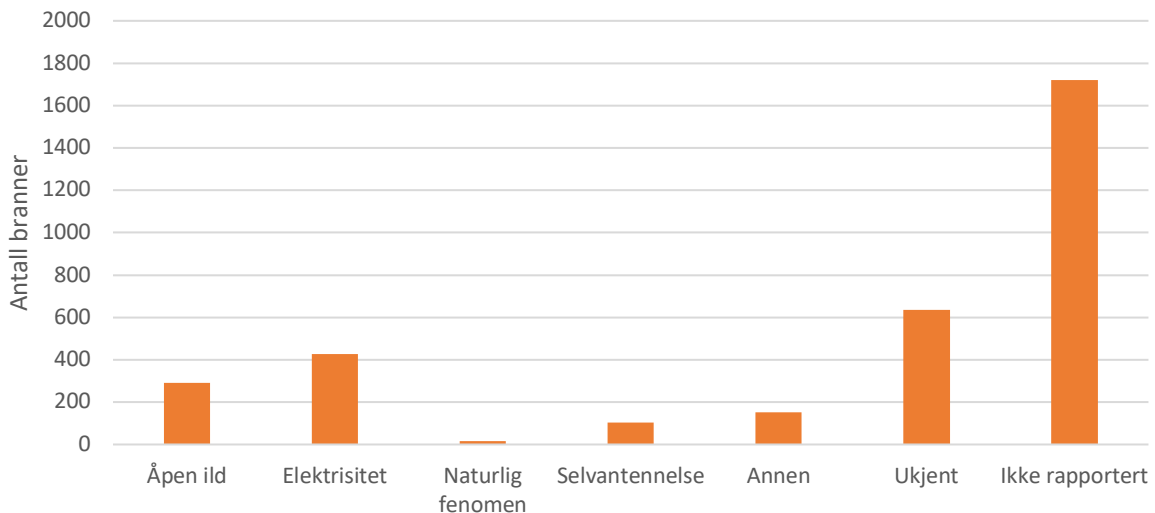


Figur 5: Arnested for boligbrann.

⁴ **Utvendig:** Med utvendig menes terrasse, balkong, planter eller annet objekt tilknyttet bygget.

Brannårsaker

Om man velger å se vekk fra de brannene der tennkilde ikke er rapportert eller rapportert som ukjent ser man at elektrisitet står for 427 (48 %) av tennkildene. Årsaken for at tallene for elektrisitet er så høye er at branner som starter på komfyren skal føres med tennkilde elektrisitet i følge BRIS.



Figur 6: Antatt tennkilde.

Det finnes flere måter å se på hvordan brannen starter, det kan være en påsatt brann, feil bruk, feil på installasjon eller anlegg og feil på utstyr/produkt. Prosjektgruppen har valgt å ta hensyn til feil på utstyr eller produkt ettersom dette er tema som vil bli videre diskutert av gruppen.

2.2. Risiko

Risiko kan defineres som: «Konsekvensene av virksomheten, med tilhørende usikkerhet» (Petroleumstilsynet, 2016).

Usikkerhet til konsekvensene ved en brann er sentralt i risikobegrepet og dreier seg om mangel på informasjon, forståelse eller kunnskap. Usikkerheten om konsekvensene relaterer seg gjerne til (Petroleumstilsynet, 2016):

- Hvilke hendelser kan inntreffe, og hvor ofte?
- Er det noe spesielt med situasjonen man står overfor?
- Finnes det gode modeller?
- Er det tilstrekkelig med informasjon og hva kan forutsettes?
- Hvor gode vil de risikoreducerende tiltakene være?

2.2.1. Risikoanalyse

Risikoanalyse gjennomføres for å avdekke usikkerheten knyttet til en aktivitet, et tiltak, et system eller en situasjon (Rausand & Utne, 2009).

En risikoanalyse er en systematisk fremgangsmåte for å beskrive og beregne risiko, og utføres ved å kartlegge uønskede hendelser, samt årsakene og konsekvensene av disse hendelsene. Ved gjennomføring av risikoanalyser deles konsekvensene ofte inn i materielle tap, for personer og miljø (Rausand & Utne, 2009). En uønsket hendelse defineres som «*Hendelse eller tilstand som kan medføre skade på mennesker, miljø eller materielle verdier*», og den uønskede hendelsen brukes ofte som den initierende hendelsen, det som førte til en eventuell fare (Aven, Røed, & Wiencke, 2008).

Risikoanalyser gjennomføres i hovedsak ved å svare på tre grunnleggende spørsmålene:

- I. Hvilke uønskede hendelser kan inntreffe?
- II. Hva er sannsynligheten for at de uønskede hendelsene inntreffer?
- III. Hvilke konsekvenser kan hver av de uønskede hendelsene medføre?

En risikoanalyse kan gjennomføres på flere måter, og kan være en frittstående analyse eller inngå som en del av et risikostyringsprogram. Hvor detaljert risikoanalysen skal være, avhenger både av analyseobjektet og hva resultatene fra analysen skal brukes til (Rausand & Utne, 2009).

Ofte er det godt nok å gjennomføre en kvalitativ⁵ risikoanalyse som HAZOP og grovanalyse, hvor sannsynligheten og konsekvensene klassifiseres i ulike grupperinger som høy, middels og lav. I noen tilfeller brukes kvantitative⁶ analyse som hendelsestre- og feiltreanalyse, hvor det trengs mer detaljerte resultater fra analysen (Aven, Røed, & Wiencke, 2008).

Videre vil Grovanalyse omtales, da dette er analysen prosjektgruppen skal gjennomføre.

⁵ **Kvalitativ risikoanalyse:** Undersøker det som har med egenskaper eller kjennetegn å gjøre, og ikke nødvendigvis antallet av noe. Det vektlegges forståelse og forklaringer, observasjoner og skriftlig tekst (Malt, 2015)

⁶ **Kvantitativ risikoanalyse:** skal det analysere et visst antall enheter, og dataene fra analysen må være tallfestet (Dahlum, 2017).

2.2.2. Grovanalyse

Målet med en grovanalyse er å avdekke potensielle farekilder og uønskede hendelser tidlig i prosjektutviklingen, slik at de kan fjernes, reduseres eller kontrolleres i den videre utviklingen av prosjektet (Rausand & Utne, 2009).

Metodebeskrivelse

En grovanalyse består gjerne av 7 trinn og metodebeskrivelsen er vist i figur 7 og er hentet fra boken «Risikoen analyse – Teori og metoder», skrevet av M. Rausand og I. B. Utne (Rausand & Utne, 2009).

Trinn 0 dekkes av målsettingen med rapporten og **trinn 6** dekkes av diskusjon og konklusjon.

Trinn 1 er fareidentifikasjon, hvor målet er å framskaffe en oversikt over alle aktuelle farekilder og trusler som er, eller kan være, til stede i analyseobjektet. Tabell 1 viser et eksempel på oversikt over hvor farekildene og truslene befinner seg.

Tabell 1: Eksempel på farekilder og trusler innenfor ulike områder av analyseobjektet

Sted				
Uønskede hendelser	Adapter	Støpsel	Stikkontakt	Kabel
Brannutvikling	X	X	X	
Røykdannelse		X	X	X
Klemskade	X			X
Skitt, støv og fukt	X	X	X	
EI-skade	X	X	X	

Ofta kan listen over uønskede hendelser bli svært lang, og må reduseres før man foretar neste trinn i analysen. Avhengig av tid, ressurser og målsetting, kan det være nødvendig å kutte ned mengden hendelser som skal analyseres.



Figur 7: Flytskjema for grovanalyse (Rausand & Utne, 2009).

Trinn 2 i en grovanalyse, er frekvensvurdering. I dette trinnet tar prosjektgruppen for seg de uønskede hendelsene som kom ut av forrige trinn. Hensikten med dette trinnet er å bestemme årsakene til hver av de uønskede hendelsene og å anslå frekvensen til hendelsene. Tabell 2 viser et eksempel på en klassifisering av frekvens og sannsynlighet utarbeidet av Norconsult.

Tabell 2: Klassifisering av frekvens/sannsynlighet (Norconsult, 2013).

Klasser	Sannsynlighet	Frekvens
1.	Svært lite sannsynlig	Mindre enn 1 gang pr. 100 år
2.	Lite sannsynlig	1 gang pr. 10 – 100 år
3.	Sannsynlig	1 gang pr. 1 – 10 år
4.	Ganske sannsynlig	Mer enn 1 gang pr. år
5.	Svært sannsynlig	Mer enn 10 ganger pr. år

Trinn 3 tar videre for seg de uønskede hendelsene som ble listet opp tidligere og anslår hvilke konsekvenser hendelsene kan få, dersom de inntreffer. I følge Rausand og Utne bør vurderingen omfatte både umiddelbare konsekvenser og konsekvenser som kan forekomme etter en viss tid.

Tabell 3: Klassifisering av konsekvenser.

Konsekvens	For mennesker	For materielle verdier	For miljø
1. Liten	Ingen personskader	- Minimale skader på utstyr - < 1 000 kr.	Lite omfang, kort restitusjonstid
2. Middels	Liten personskade uten fravær	- Små skader på utstyr - 1 000 – 10 000 kr.	Stort omfang, kort restitusjonstid
3. Stor	Personskade med fravær	- Betydelige skade på utstyr/eiendom - 10 000 – 100 000 kr.	Noe omfang, lang restitusjonstid
4. Svært stor	Alvorlig personskade med varig skader	- Store skader på eiendom - 100 000 – 1 mill kr.	Stort omfang, lang restitusjonstid
5. Katastrofal	Dødsfall	- Store deler av eiendom ødelagt - 32 mill kr ⁷ .	Stort omfang, varig skade

⁷ Ulykkeskostnader (2009 kr) pr skadetilfelle etter skadegrad, dødsfall (Veisten, Flugel, & Elvik, 2010).

Trinn 4 er risikoreduserende tiltak. Ved gjennomgang vil prosjektgruppen gjennomgå forebyggende tiltak som allerede er iverksatt og eventuelt utbedre de, eller kommer med ideer om nye tiltak. I første omgang bør prosjektgruppen få en oversikt over den aktuelle tilstanden til analyseobjektet. De foreslåtte tiltakene bør systematiseres for å se om enkelte tiltak kan ha nytte av flere områder.

Trinn 5 er resultatene fra trinn 1 – 3, hvor de presenteres som en liste eller et skjema over aktuelle uønskede hendelser, med tilhørende frekvens og konsekvens. For å illustrere risikoen kan hendelsene settes inn i en risikomatrise som vist i figur 8.

Risikomatrise er vanligvis delt inn i tre områder, som oftest er disse områdene vist i rødt, gult og grønn farge.

	1 Lite konsekvens	2 Middels konsekvens	3 Stor konsekvens	4 Svært stor konsekvens	5 Katastrofal konsekvens
5 Svært sannsynlig					
4 Ganske sannsynlig					
3 Sannsynlig					
2 Lite sannsynlig					
1 Svært lite sannsynlig					

Figur 8: Mal for presentasjon av risiko i form av en risikomatrise (Rausand & Utne, 2009).

Rødt område:



De hendelsene som faller inn i dette området er ikke akseptable og krever risikoreduserende tiltak.

Gult område:



Hendelsene i dette området krever nærmere vurdering. Hvis det finnes kostnadseffektive tiltak som reduserer risikoen, bør slike tiltak settes i verk.

Grønt område:



Hendelsene i dette området tyder på akseptabel risiko. Hvis det finnes kostnadseffektive tiltak som reduseres risikoen ytterligere, bør virksomheten vurdere å sette slike tiltak i verk.

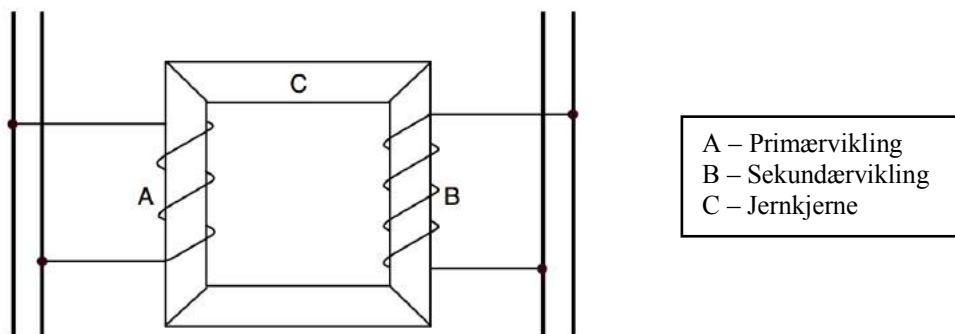
2.3. Elektro

I dette kapitlet blir det tekniske utstyret som skal benyttes under testen kort beskrevet. Informasjon om utstyrets funksjon, oppbygning og hva hensikten er for å benytte seg av utstyret i forbindelse med forsøket.

2.3.1. Utstyr og oppsett

Transformator

En transformator (trafo), er et elektrisk apparat som gjør det mulig å redusere eller øke spenningen til vekselstrøm (AC) som blir tilført til trafoen. En trafo består av en jernkjerne med to viklinger som blir kalt primær- og sekundærvikling, viklingene står ovenfor hverandre og mellom dem dannes det et magnetisk felt. Antall vindinger rundt viklingene bestemmer hvor mye spenning som oppnås (Saugstad, 2018).



Figur 9: Skisse av transformator.

Fra figur 9 er antall vindinger rundt primærspolen (A) færre enn vindingene rundt sekundærviklingen (B), dette vil øke spenningsnivå ut og kalles «step up» transformator.

Den motsatte kalles «step down» og er motsatt i forhold til vindinger rundt viklingene.

Forholdet mellom sekundærspenning (V_s) og til primærspenning (V_p) er lik i forhold til antall vindinger i sekundærvinding (N_s) til antall vindinger til primærvindingen (N_p). (Floyd)

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

Oscilloskop

Et oscilloskop er et grafisk-skjerm apparat som viser hvordan elektriske signaler endres over tid. Fordelen med å benytte seg av et oscilloskop vil være at den konstant «tegner» opp nye grafer i forhold til tiden, i motsetning av å tegne den for hånd da det kun ville vært et bestemt tidsforløp. En hensikt med å bruke oscilloskopet, er å se hvor stabil utgangsspenningen er på forskjellige apparater som for eksempel mobiladaptere.



Figur 10: Oscilloskop er tatt i bruk under forsøk.

På skjermen til oscilloskopet (figur 10) kan man se den vertikale aksene som viser volt, og den horisontale aksene som viser tid. Med oscilloskopet kan man måle maksimale svingninger (amplitude), perioden og frekvensen til et signal.

Resistans

Elektrisk resistans, også kalt motstand blir gjerne brukt som en hindring i en elektrisk krets, der den enten reduserer spenningen eller begrenser strømmen i kretsen. Resistans måles i ohm (Ω) har symbolet R som inngår i Ohm's lov, $R = \frac{U(V)}{I(A)}$. Det finnes faste motstander som ikke kan endres fysisk eller naturlig, variable motstander der motstanden manuelt kan endres og ulineære motstander som endres via naturlige faktorer, for eksempel temperatur (Nilsen, 2011).



Figur 11: En motstand som ble tatt i bruk under forsøket.

ThermaCam SC 500

ThermaCam SC500 er et IR-kamera også kalt termokamera, og benyttes til termografering for å avlese temperaturen på en overflate.

SC500 har en avansert detektorteknologi og høy termisk følsomhet som gjør det mulig for brukerne å skille temperaturendringer så stabile som 0,1 °C, selv når temperaturområdet kan variere fra – 40 °C til + 2000 °C.



Figur 12: FLIR ThermaCam SC500

2.3.2. Aktuelle el-feil

Prosjektgruppen har vurdert noen aktuelle feilsituasjoner i installasjonsutstyr, stikkontakter og adaptere, gjengitt i tabell 4.

Tabell 4: Aktuelle feilsituasjoner som er vurdert i prosjektet

Aktuelle installasjonsmateriell	Aktuell feilsituasjon	Aktuelt brennbart materiale
Stikkontakt	<ul style="list-style-type: none"> - Kontaktsvikt/løs kobling⁸ i et tilkoblingspunkt - Skitt, støv og fuktighet - Høy strømbelastning 	Brennbar isolasjon, veggbekledning som tapet, furu, strie etc.
Stikkontaktforgreining med skjøteledning	<ul style="list-style-type: none"> - Kontaktsvikt i koblingspunkter - Løstsittende støpsel i stikkontakt - Skitt, støv og fukt i stikkontakt - Skadet ledning med: <ul style="list-style-type: none"> o Mekanisk skadet isolasjon⁹ o Punktering av isolasjon o Forkulling o Termisk skadet ledning o Elektrisk skadet pga. strømstøt. 	Både stikkontakt og skadet ledning kan ligge tett til brennbart teppe, senger, stoler.
Kabel	<p>Mekanisk/termisk skade på kabel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Varmeskader ved varmepistol, lighter etc. - Feil på kabel f.eks. ved fjerning av isolasjon, kutt i isolasjon, klemskader i dør over lengre periode. - Skade på grunn av gjentatte spenningsstøt. 	

⁸ Kontaktsvikt på grunn av ufullstendig tilstrømming av koblingspunkter.

⁹ Mekanisk skade som følge av klemming mellom dør og dørterskel, tunge møbler kan være satt på ledning.

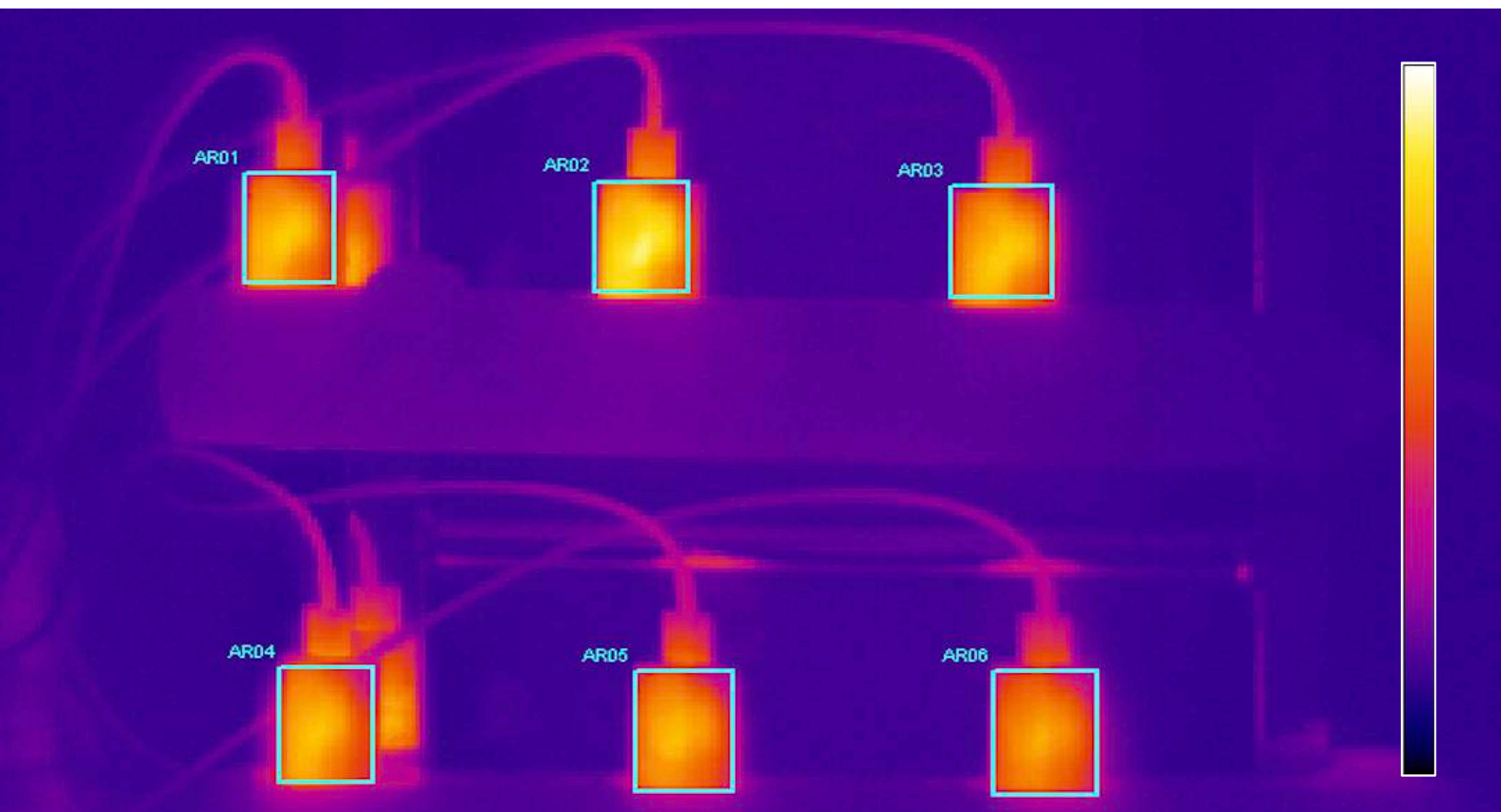
2.3.3. Varmgang i elektrisk utstyr

Elektrisk materiell og utstyr som blir anvendt på riktig måte, som er korrekt dimensjonert og beskyttet, vil i seg selv ikke utgjøre stor brannfare. Derimot kan elektrisk materiell og utstyr som anvendes på en ukorrekt måte eller som er feilaktig installert være en utløsende årsak for antennelse. En forutsetning er at det tilføres elektrisk strøm eller spenning som kan forårsake høy temperatur i det elektriske materielle eller utstyret (Stensaas, 2007)

Det er en vanlig oppfatning at det tar lang tid før en elektrisk feil oppstår og utvikler seg til brann, men dersom det oppstår en kraftig varmgang kan brannutvikling ta relativt kort tid. Dersom temperaturen er over antennelsestemperaturen til det aktuelle materialet, vil varmgang fra el-materiell og el-utstyr kunne føre til brann relativt raskt. I tillegg finnes det hendelser hvor temperaturen kan være lavere enn antennelsestemperaturen og det oppstår brann. Dette vil da være en langvarig lavtemperatur varmepåkjønning, som danner pyrofort materiale og kan ta flere måneder og år før brann oppstår (Stensaas, 2007).

PVC er det foretrukne isolasjonsmateriale i kabler, støpsler og stikkontakter. Dette kommer av at materiale er slitesterkt, har gode isoleringsevner og har gode brannegenskaper hvor antennelsestemperaturen ligger på 330 °C for myk PVC og 390 °C for hard PVC. PVC-kabler blir tilsatt stoffer for å gjøre kablene fleksible og myke, og opptil 50 % av materialet består av andre stoffer enn PVC. Disse stoffene er med på å svekke materialets brannegenskaper, spesielt mykningsmiddelet. PVC-kabler er klassifisert for 60 – 70 °C hvor mykningsmidler og andre stoffer vil forsvinne ved varmepåkjønning slik at isolasjonen blir hard og sprø og det kan oppstå ulmebrann (Stensaas, Fjær, Storesund, & Steen-Hansen, 2012).

I «Steady state environment cable damage testing» utført av Chavez ble det gjennomført et forsøk hvor graden av oppvarming i kabler kunne knyttes til en elektrisk feil. Forsøkene ble gjennomført ved at kablene ble plassert i en ovn og deretter varmet opp. Forsøksresultatene viste at PE-isolasjon på kabler sviktet ved 270 °C, mens PVC-isolasjon sviktet ved 250 °C. Konklusjonen var da at den elektriske feilen var grunnet høy temperatur som førte til at isolasjonen rundt lederne smeltet og det oppsto en kortslutning (Babrauskas, 2001).



Denne delen av rapporten skal omhandle begrunnelse for valg av metoder, samt fremgangsmåte og hvilke verktøy som er benyttet. Gruppen vurderer også aktuelle feilsituasjoner som kan være stil stede under prosjektet eller kan forekomme.

KAPITTEL 3

3. Metode

Dette kapitlet handler om nødvendig forhåndsarbeid og bachelorprosjektets forsøk. Hver delprosess vil bli beskrevet med utstyr som ble brukt og hensikten til forsøket.

Produktene som blir benyttet under forsøket har fiktive navn på hensyn av leverandørene.

Det ble bestilt originale og uoriginale mobiladaptere. De originale adapterne er levert av sertifiserte leverandører, mens det uoriginale adaptere er levert av en ikke-sertifisert leverandør og er en kopi av det originale. Videre blir de originale omtalt som adapter X, Y og Z mens de uoriginale adapterne omtalt som adapter U. Mobiltelefonene som er brukt omtales som mobil 1 og 2.

Antall testprodukter ble valgt med bakgrunn i tilgjengelig tid til forsøkene og budsjett. Det ble anskaffet 70 originale og 100 uoriginale adaptere til forsøkene.

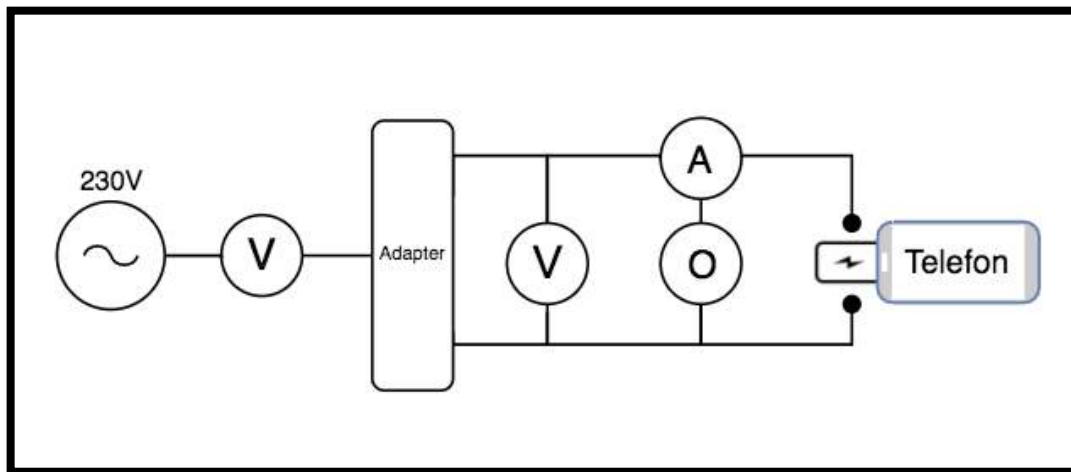
Forsøkene baserer seg på tre ulike test tider med bakgrunn av når det var forventet å se en temperaturøkning og når temperaturen til adapterne skulle stabilisere seg. Tabell 5 viser oversikten over antall tester som er utført på angitt tidsrom. Totalt ble det gjennomført 252 forsøk.

Tabell 5: Oversikt over antall forsøk utført på original og uoriginale adaptere.

Fiktivt navn	Enkel motstand 15 minutter	Enkel motstand 30 minutter	Enkel motstand 12 timer	Parallell motstand 15 minutter	Parallell motstand 30 minutter	Parallell motstand 12 timer
Original adapter X	10	10	3	10	10	3
Original adapter Y	10	10	-	10	10	-
Original adapter Z	10	10	-	10	10	-
Uoriginal adapter U	30	30	3	30	30	3

3.1. Utstyr og oppsett

Forhåndsarbeidet startet med å skissere et koblingsskjema for en mobiltelefon ladekrets med tre multimeterer og et oscilloskop, se figur 13. Hensikten til multimeterne er å måle spenning (230 V) fra en stikkontakt, utgangsspenning fra mobiladapteren og strømmen (A) fra adapteren til mobiltelefonen. Oscilloskopet (O) ble brukt for å vurdere stabiliteten for utgangsspenningen til adapterne.



Figur 13: Skisse av en ladekrets med tre multimeterer og et oscilloskop.

Når ladekretsen var ferdig skissert ble teknisk- og tilleggsutstyr gjort klar for tilkobling. Tilleggsutstyr som trengte forberedelser var to mobiltelefoner, mobil 1 og mobil 2 og en ladekabel for hver av dem. Mobilene var på forhånd utladet og ladekablene ble avisolert på midten av kablet, slik at det var mulig å sammenkoble kablene til kretsen.

Tilkobling av oscilloskop

Etter innhenting av bakgrunnsdata for bachelorprosjektet, kom det frem at det ble gjennomført et lignende forsøk på mobiladaptere av elektroingeniør Tore Ledaal i Nemko AS (Norges elektriske materiellkontroll). Ledaal (2018) foreslo blant annet å se på forstyrrelser i utgangsspenningen fra adapterne med et oscilloskop. Dette er også spesifisert i standarden IEC 62684 (IEC, 2018). Dette var nødvendig for å kunne gi en indikasjon på kvaliteten til adapterne og avdekke eventuelle elektrisk feil. Videre foreslo Ledaal å demontere beskyttelsesdekselet til originale og uoriginale adapterne, slik at man visuelt kunne sammenligne adapternes kretskort med hverandre. Visuelle feil kan enten være komponent feil eller mekaniske feilbehandlinger, som f.eks. lodding på kretskortet.

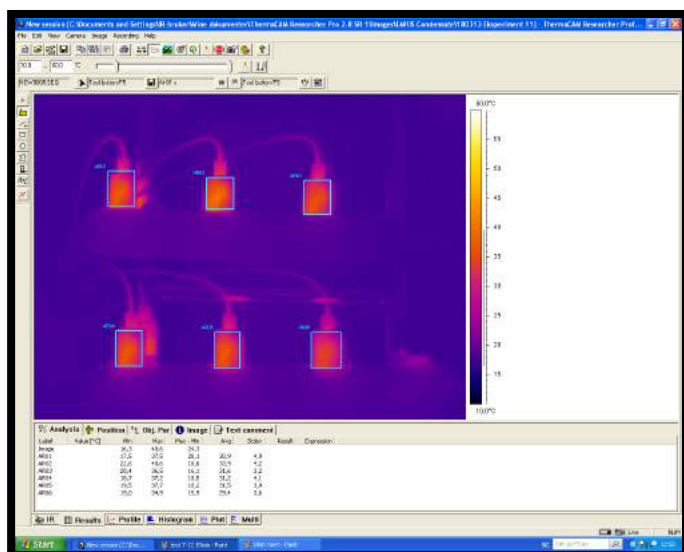


Figur 14: Målinger fra oscilloskopet, bilde 1 viser en original adapter med en jevn spenning og bilde 2 viser en uoriginal adapter med en ujevn spenning.

Figur 14 viser oscilloskopmålinger fra forhåndsarbeidet der målingene først ble gjennomført på originale adaptere X, Y og Z. Grafen fra originaladapterne (bilde 1) viste en jevn spenning uten forstyrrelser. Etter målinger på originale adaptere ble det gjennomført samme målinger på uoriginale adaptere U (bilde 2). Grafen fra de uoriginale adapterne viste klart en ujevn spenning med en forstyrrelse på ca. 30,5 mV hvert 30,0 μ s. En forstyrrelse kan f.eks. skyldes en defekt komponent eller en dårlig lodding. Innstillingene til oscilloskopet er 10 mV i y-akse og 10 μ s i x-akse, som er størrelsen på rutene i skjermen.

Måling av temperaturen

Temperaturen i adapterne ble målt med et termokamera som kontinuerlig konfigurerer seg etter temperaturøkning. Avstanden fra termokamera var lik for samtlige adaptere, og de ble tilkoblet i to skjøteledninger montert ovenfor hverandre.

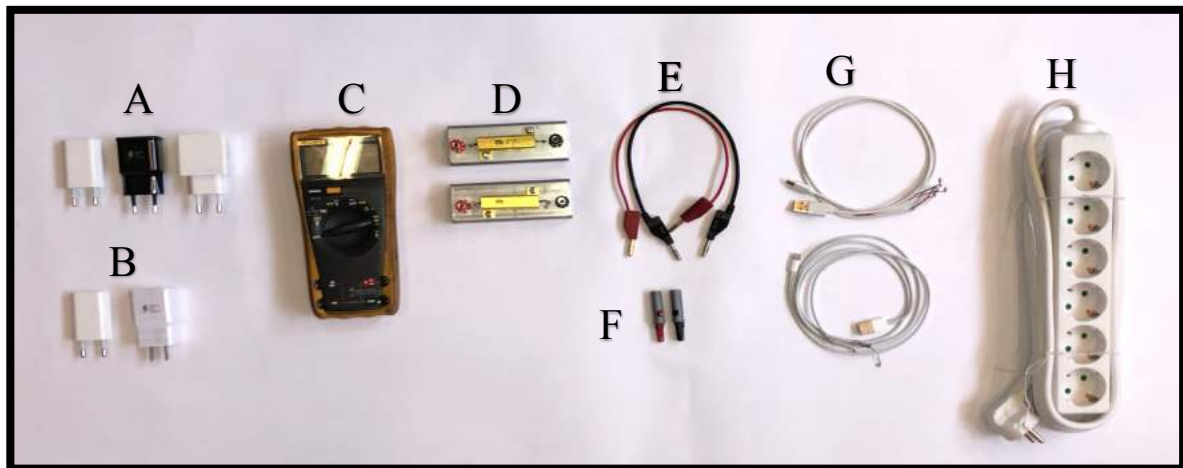


Figur 15: Skjerm bilde av programvare til ThermoCam SC500

Figur 15 viser skjerm bilde av seks uoriginale adaptere U som er markert med en kvadratisk overflate. Innenfor det markerte område ble det registrert maks-, min- og gjennomsnittstemperatur. Fargeindikatoren i figur 15 viser mørkfarge (lilla) for kaldt område, mens lysfarge (gul) for varmt område.

Utstyr

For å konstruere en mobilladekrets trengtes det tilkobling av elektrisk utstyr. Ladekretsen besto av multimeter (C) og 12 ohms motstand (D), og ble sammenkoblet med en mobilladekabel (G). I koblingspunktene mellom multimeterne, motstanden og ladekablene ble det brukt koblingskabler (E). I koblingspunktene mellom multimeterne, motstanden og ladekablene ble det brukt koblingskabler (E).



Figur 16: Utstyr til ladekretsen.

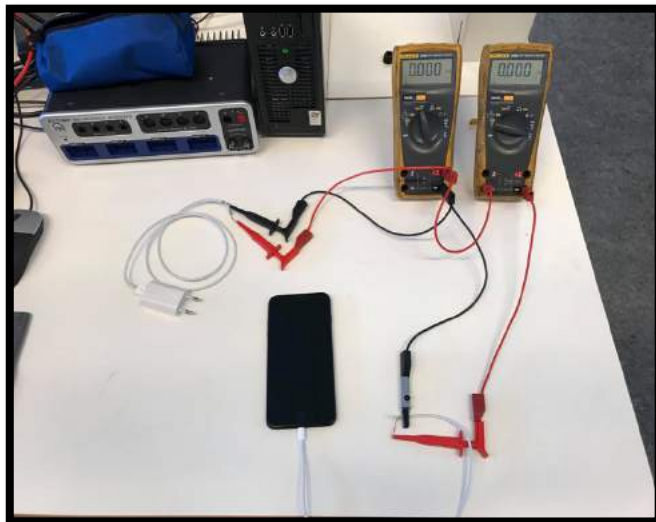
Tabell 6: Utstysliste

Nr.	Utstyr	Antall
A	Original adapter X, Y og Z	70 stk
B	Uoriginal adapter U	100 stk
C	Multimeter	3 stk
D	Motstand (12 ohm)	12 stk
E	Koblingskabler	75 stk
F	Koblingsklyper	12 stk
G	Mobil ladekabel	6 stk
H	Skjøteledning	2 stk

3.2. Laboratorieforsøk

3.2.1. Bakgrunnsforsøk

Videre på forhåndsarbeidet utførtes det en normal mobillading, der to mobiltelefoner fra ulike leverandører var gjort klar for opplading. Hensikten med en normal opplading var å avdekke når adapterne forsyner maksimalt strøm og spenning til mobilbatteriet, og med de verdiene beregne en motstand med resistans som tilsvarer et mobilbatteri.



Figur 17 viser en normal mobillading der to multimeterer er tilkoblet kretsen, en for spenning (V) og en for strøm (A) og fra de verdiene beregne en motstand med ohms lov:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5,0 \text{ V}}{0,4 \text{ A}} = 12,0 \Omega$$

Figur 17: Oppsett fra normal mobillading.

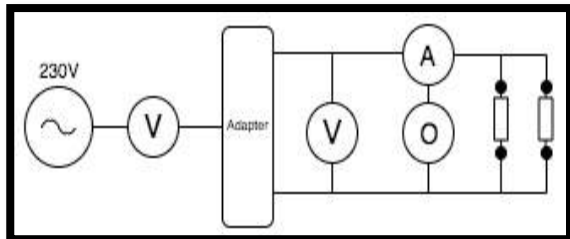
Tabell 7: Viser oversikten av adapternes verdi målt med mobil 1 og 2, med hensikt av å beregne en motstand.

Mobiltelefon / motstand	Adapter X Spenning: Strøm:	Adapter Y Spenning: Strøm:	Adapter Z Spenning: Strøm:	Adapter U Spenning: Strøm:
Mobil 1	4,98 V 0,42 A	-	5,01 V 0,42 A	4,95 V 0,41 A
Beregnet motstand	11,9 Ω	-	11,9 Ω	12,1 Ω
Mobil 2	-	4,93 V 0,40 A	5,04 V 0,42 A	-
Beregnet motstand	-	12,3 Ω	12,0 Ω	-

Utførelsen av en normal mobillading ble gjennomført med lik ladekrets (se figur 13) for adapterne og mobiltelefonene, og resistansen (R) ble beregnet til $12 \pm 0,3 \Omega$.

Motstand

Verdien fra de ulike mobiltelefonene var tilnærmet lik (se tabell 7) og motstanden som erstatter mobilen videre i forsøkene, ble beregnet til 12 ohm. Hensikten med motstanden er å fremprovosere en økt strømforsyning fra adaptere, slik at adapterne blir testet opp mot sin strømgrense (1,0 A). Dette gjøres ved å parallellkoble flere motstander med hverandre i kretsen, slik at resistansen (R) halveres og strømforsyningen (A) fra adaptere fordobler seg.



Figur 18: Parallellkobling.

$$I = \frac{U}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{0,5V}{\frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{12\Omega}} = 0,8A$$

Figur 18 viser ladekretsen med en parallellkobling, som videre i forsøket skal øke strømforsyningen til adaptere.

Etter at en motstand på 12 ohm var beregnet for mobil 1 og mobil 2, ble det gjennomført parallellkobling med to tilsvarende motstand som forårsaket en fordobling i strømforskyvningen til adapterne. Hensikten med parallellkoblingen var å fremprovosere en temperaturøkning og en eventuell røykutvikling, derfor ble det testet med tre parallellkoblinger med tilsvarende motstand. Dette resulterte i en overbelastning på 1,2 A og aktivering av en kortslutningsmekanisme i adapterne.

3.2.2. Test 1 – Normaltilstand

Bakgrunnen for Test 1 var å undersøke hvilke makstemperaturer både originale og uoriginale adaptere kan nå ved normal tilstand. Etter gjennomført bakgrunnsforsøk ble det så videre utført målinger ved motstand på 12 ohm på alle adapterne.

Det ble utført seks målinger om gangen, hvor det ble gjort en temperatur måling etter 15 og 30 minutter. Det ble gjennomført totalt 120 forsøk.

3.2.3. Test 2 – Parallelkoblede motstander

Hensikten for Test 2 var å utsette de originale og uoriginale adapterne for parallelkoblede motstandere. Som nevnt i bakgrunnsforsøket var hensikten med motstanden for å fremprovosere en økt strømforsyning fra adapterne, slik at adapterne testes opp mot sin strømgrense på 1,0 A.

Som i test 1, ble seks målinger utført samtidig, hvor det ble gjort en temperatur måling etter 15 og 30 minutter. Det ble gjennomført totalt 120 forsøk.

3.2.4. Test 3 – 12 timers test

Hensikten med Test 3 var å utsette adapterne for en langvarig påkjenning på 12 timer. Målet med forsøket var å se om adapterne oppnådde høyere temperaturer enn hva man hadde sett på test 1 og 2.

Forsøket ble gjennomført i to runder. Første runde ble det gjort seks målinger av seks originale adaptere X, hvorav tre adaptere var i normaltilstand og tre med parallelkoblede motstandere. Andre runde hadde nøyaktig samme oppsett, men var uoriginale adaptere U og ble gjennomført på samme måte som første runde. Det ble gjennomført totalt 12 forsøk.



I dette kapitlet skal det fremstilles grafer for laboratorieforsøkene, hvor grafene baseres på temperatur og tid, og resultat av gjennomgått grovanalyse. I kapitlets første avsnitt vil det presenteres resultatet fra laboratorieforsøkene, deretter fremstilles det et risikobilde av gjennomgått grovanalyse.

KAPITTEL 4

4. Resultater

4.1. Laboratorieforsøk

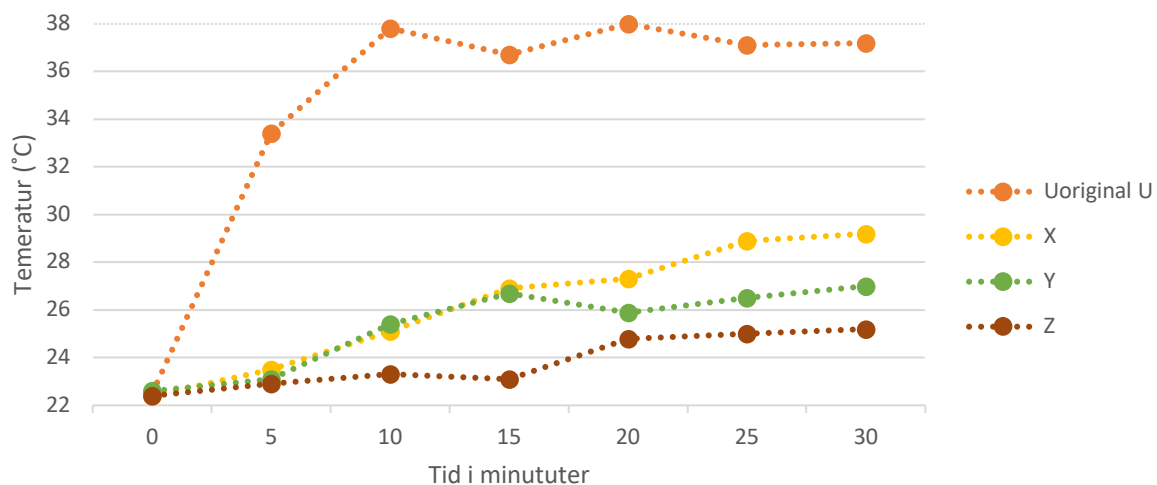
Under laboratorieforsøket ble det målt temperaturer ved bruk av termokamera. Resultatene fra målingene er presentert i kommende delkapitler med tilhørende grafer.

Adapterne ble delt inn i to grupper, originale adaptere med tre undergrupper, X, Y og Z, og uoriginale adaptere U. Samtlige av de originale og uoriginale adapterne gjennomgikk test 1 og 2, mens kun de originale X og uoriginale U gjennomgikk test 3.

4.1.1. Test 1 - Normaltilstand

Hensikten med Test 1 var å gjennomføre en kort test på 15 minutter og middels test 30 minutter, under normaltilstand på både originale og uoriginale adapterer for å se hvilke makstemperaturer de kunne nå.

Figur 19 viser gjennomsnittlig makstemperatur til de originale og uoriginale adapterne fra null til 30 minutter. For adapter X steg temperaturen jevnt, og det ble registret temperaturer opp mot 29 °C. Adapter Y begynte med en stabil temperaturøkning, og stabiliserte seg etter 15 minutter og nådde maksimalt 27 °C. Adapter Z holdt seg ved romtemperatur på 23 °C de første 15 minuttene også økte temperaturen til 25 °C i løpet av de neste 15 minuttene. Fra null til 10 minutter hadde de uoriginale adapter U en rask temperaturøkning og nådde 37 °C, hvor de holdt seg stabile den resterende målte tiden.



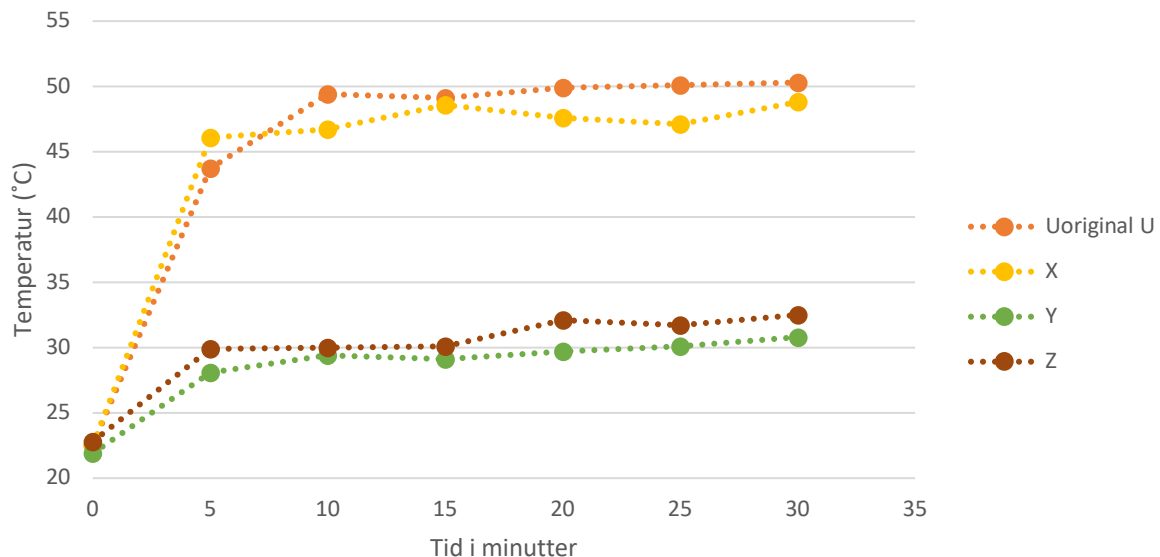
Figur 19: Gjennomsnittlig makstemperatur ved normaltilstand på originale adapterer og uoriginale adaptere.

4.1.2. Test 2 – Parallelkoblende motstander

Hensikten med Test 2 var å gjennomføre en kort test på 15 minutter og middels test 30 minutter, med to parallelkoblede motstander for å se hvilke makstemperaturer adapterne kunne nå.

Figur 20 viser gjennomsnittlig makstemperatur til de originale og uoriginale adapterne ved to parallelkoblede motstandere fra null til 30 minutter. Adapter X og uoriginal adapter U hadde en rask temperaturøkning fra romtemperatur på 22 °C til 49 ± 2 °C i løpet av 5 minutter, hvor de holdt seg stabile for den resterende måletiden.

Adapter Y og Z startet også ved 22 °C og økte til 29 ± 1 °C i løpet av 5 minutter, for den resterende tiden var temperaturen tilnærmet lik for begge på 31 ± 1 °C

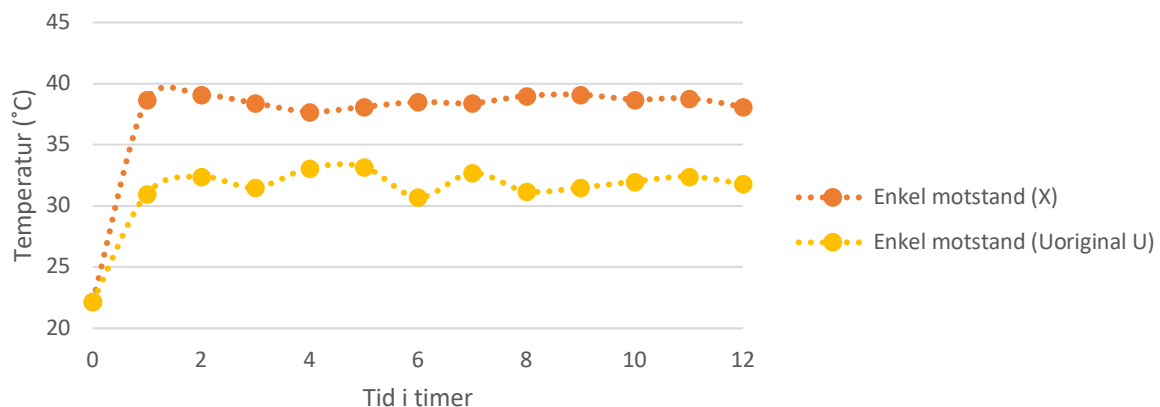


Figur 20: Gjennomsnittlig makstemperatur ved to parallelkoblede motstandere på originale adapterer og uoriginal adapterer.

4.1.3. Test 3 – 12 timers test

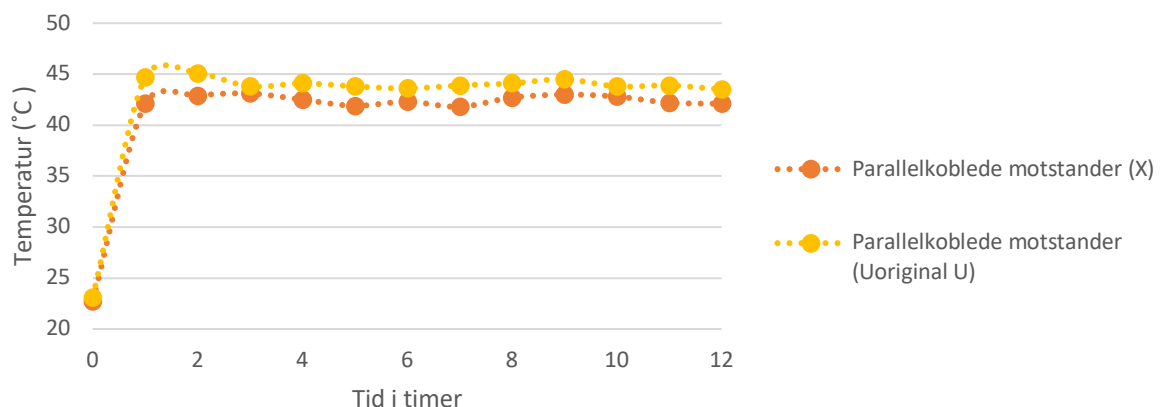
Test 3 er en test på 12 timer bestående av 12 adaptere, hvorav seks er originale X og seks er uoriginale U. Den oransje streken viser adapterens gjennomsnittstemperatur for adapter X, mens den gule er for de uoriginale adapter U.

Som det kommer frem av figur 21, ble temperaturen rundt $38 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ for alle originale adaptere X ved enkelt motstand. Ved å sammenligne med uoriginale adaptere U, ble temperaturen målt noe lavere, rundt $32 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.



Figur 21: Gjennomsnittstemperaturen for både originale adaptere X og uoriginale adaptere U ved enkelt motstand på 12 timer.

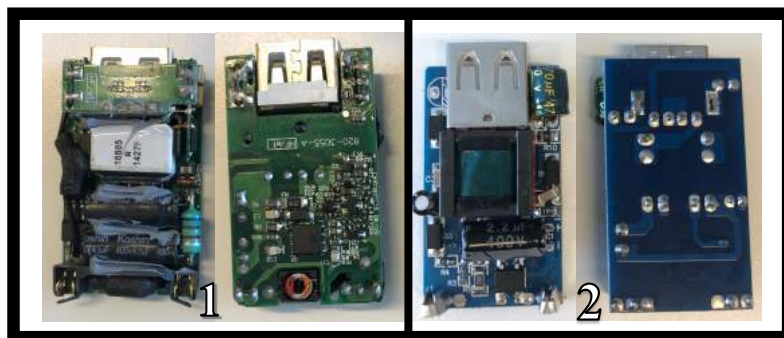
Ved parallelkoblede motstandere var både de originale og uoriginale adapterne tilnærmet lik på $44 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.



Figur 22: Gjennomsnittstemperaturen for både originale adaptere X og uoriginale adaptere U ved parallelkoblede motstandere på 12 timer.

4.2 Resultater av sammenligning av kretskort

Figur 23 viser innmaten til adapterne som ble testet med oscilloskopet fra begge sider. Det ble totalt demontert fire adaptere for en sammenligning, to original adapter X (bilde 1) og to uoriginal adapter U (bilde 2). I sammenligning mellom de originale og uoriginale adapterne var det ingen tydelig visuell feil. Det som kom frem var at elektronikken i det uoriginale adaptere U var en forenklet versjon av det originale adaptere X. Ledaal kunne blant annet fastslå at uoriginal adapter U var uten spenningsregulator (Ledaal, 2018).



Figur 23: Viser innmaten til to adapterer, bilde 1 av original og bilde 2 av uoriginal

4.3 Risikoanalysen

Analysen gruppen har foretatt er en enkel risikoanalyse med hovedfokus på risiko ved bruk av mobiladaptere. I analysen er det tatt hensyn til konsekvenser knyttet til personer og materielle verdier. Konsekvenser knyttet til miljø er sett bort i fra, fordi problemstillingen ved bruk av mobiladaptere vil ha en større innvirkning knyttet til mennesker og materielle verdier.

Ved hjelp av idédugnad og tidligere el hendelser er det vurdert seks ulike hendelser i analysen, hvor alle er videreført. Disse er valgt ut ved en grovanalyse av sannsynlighet og konsekvens.

Resultatet fra grovanalysen foreligger i form av en risikomatrise. Den fullstendige grovanalysen, med tilhørende kommentarer knyttet til hver hendelse er plassert i vedlegg B2. Den fullstendige kartleggingen av uønskede hendelser presenteres i vedlegg B1.

Risiko er definert som *konsekvensene av virksomheten, med tilhørende usikkerhet* (Petroleumstilsynet, 2016). Med andre ord uttrykker risiko usikkerhet om konsekvensene sett i forhold til alvorligheten av konsekvensene (Aven, Røed, & Wiencke, 2008).

En liten (grønn) usikkerhet betyr ikke nødvendigvis lav risiko, eller en stor (rød) usikkerhet betyr ikke nødvendigvis høy risiko.



Figur 24: Farge indikator på klassifisering av usikkerhet fra lav til høy.

	1 Lite konsekvens	2 Middels konsekvens	3 Stor konsekvens	4 Svært stor konsekvens	5 Katastrofal konsekvens
5 Svært sannsynlig	4 (green), 6 (orange)				
4 Ganske sannsynlig	3 (red)	5 (green)			
3 Sannsynlig				2 (orange)	
2 Lite sannsynlig		1 (red)			
1 Svært lite sannsynlig					

Figur 25: Presentasjon av risiko i form av en risikomatrix for uønskede hendelser som kan inntreffe.

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Røykdannelse | 4. Klemskade / fallskade |
| 2. Brannutvikling | 5. kontaktsvikt / løs kobling |
| 3. Støv, fuktighet og skadedyr | 6. Utvendig varmetilførsel |



I dette kapittelet vil de viktigste funnene og resultatene belyses og drøftes. Det vil bli gjort rede for svakheter og styrker, samt usikkerhet og begrensninger knyttet til gruppens arbeid. Videre vil det bli beskrevet hva som kunne blitt gjort annerledes.

KAPITTEL 5

5 Diskusjon

5.1 Temperaturøkning i adaptere

Det ble gjennomført seks tester med fire adaptere, totalt 252 forsøk. Hensikten med forsøkene var å undersøke hvilken temperatur som kan oppstå i adapterne, både under normale og overbelastede forhold. Med bakgrunn i de ønskede forsøkene ble det utviklet et eksperimentelt oppsett som skulle gjenspeile en reell elektrisk installasjon tilsvarende mobillading.

Det ble utført eksperiment med følgende test tider, en kort test på 15 minutter, en middels på 30 minutter og en lang test på 12 timer med både enkel og to parallellkoblede motstander. Test tidene ble valgt på bakgrunn av når det var forventet å se en temperaturøkning og når temperaturen til adapterne skulle stabilisere seg.

Det ble også utført en parallellkobling med tre motstander og der strømforsyningen ble målt til 1,2 A. Hensikten var å presse adapterne til å yte mer enn hva de er designet for, dvs. 1,0 A. Det aktiverte en kortslutningsmekanisme som antas å være en sikkerhet i adapterne og utgangspenningen sank fra 5 V til 0,3 V. Derfor ble det konkludert med at det ikke var reelt å presse adapterne over sin strømgrense, og en parallellkobling med to motstandere vil bli brukt videre i testene. For videre arbeid gjennom en fremprovosering, anbefales det å fysisk fjerne komponenten fra kretskortet som gir utslag for kortslutning. Som igjen kan gjøre det mulig å øke strømforsyningen

Temperaturutvikling for enkel motstand

Under forsøket med en motstand på 12 ohm ble det utført 126 forsøk med de tre testtidene. Adapterne som ble testet var original adapter X, Y og Z og uoriginal adapter U.

De uoriginale adapterne U er kopier av original adapter X og disse to adapter typene vil bli sammenlignet når en ser på temperaturøkning og makstemperatur. Det ble ikke utført langtids test på 12 timer for original adapter Y og Z, fordi kopier for adapter Y ble levert med feil støpsel og adapter Z har ingen reelle kopier å sammenligne med. Original adapter Y og Z hadde også andre fabrikant innstillinger med strømgrense på 2,0 A, som endret forutsetningene for forsøkene som ble gjennomført.

Ved utførelsen av test 1 - Normaltilstand (15 og 30 minutter) ble det registrert en tydelig forskjell mellom temperaturen for de uoriginale og de originale adapterne. Maks temperaturen for de originale adapterne ble målt 27 ± 2 °C, mens maks temperaturen til uoriginale adaptere ble målt til 37 ± 1 °C. Denne temperaturforskjellen vil ikke utgjøre en risiko for brann i seg selv.

Hvis en ser på temperaturforløpet for de ulike adapterne kommer det frem at de uoriginale adapterne har en hurtigere temperaturøkning enn de originale. Det tok 10 minutter før de uoriginale adapterne hadde stabilisert seg, mens de originale hadde en jevn temperaturøkning frem til forsøket ble avslutt. Det fremkommer i langtesten at 30 minutter ikke var tilstrekkelig for de originale adapterne å oppnå makstemperatur. Årsaken for den hurtige temperaturøkningen i de uoriginale adapterne er ikke kjent, men det spekuleres i at kvaliteten til komponenter og forenklingen i selve adapteren kan være medvirkende årsaker.

Under test 3 – 12 timers test ble seks originale adaptere X sammenlignet med seks uoriginale adaptere U. Det var forventet en høyere temperatur i adapter U på grunn av sin hurtige temperaturstigning og sitt forenklet kretskort. Dette stemte ikke og de stabile temperaturene fra det originale og uoriginale var henholdsvis 38 ± 1 °C for X og 32 ± 1 °C for U. Original adapter X ble 6 °C varmere enn de uoriginale, noe som oppsto som følge av at adapter U ble gjennomført under en sikkerhetsvifte, som reduserte omgivelses temperaturen. Sikkerhetsviften var ikke tilgjengelig under forsøket på adapter X. Det antas at temperaturen hadde vært tilnærmet lik dersom omgivelsestemperaturen var lik under begge forsøkene.

For adapter U ble det registrert en eksponentiell temperaturøkning hvor makstemperaturen var nådd allerede etter 10 minutter. For adapter X økte temperaturen gradvis i 80 minutter før den stabiliserte seg. Dette er en vesentlig forskjell i tid til makstemperaturen, det ble konkludert med at forskjellen i kvalitet for de ulike adapterne var hovedårsaken. Selv om det var forskjeller i temperaturøkning, ble det ikke registrert en kritiske temperaturet under noen av forsøkene.

Temperaturutvikling for parallellkoblede motstander

Det ble videre stilt spørsmål til mulig røykutvikling dersom adapterne ble presset til å yte opp mot sin strømgrense på 1,0 A. Belastningsstrømmen benyttet under Test 2 – Parallellkoblede motstander var 0,8 A. Som ved test 1 – Normale forhold stod denne belastningsstrømmen også uavbrutt på under samtlige forsøk. Ved å benytte en halvert motstand som simulerte en overbelastning, ble adapterne presset til å yte maks under hele forsøket. Dette ga utslag i en hurtigere temperaturstigning enn ved normale ladeforhold. Dette resulterte i høyere temperatur og kortere tid til nådd makspunkt. Selv om belastningsstrømmen som ble benyttet under hele forsøket var tilnærmet maks for adapterne var det ingen antydning til antennelse eller røykproduksjon. Ingen av de testede adapterne lot seg tydelig påvirke av overbelastningen de ble utsatt for.

Ved å benytte parallellkoblede motstander ble det observert en betydelig forskjell i temperaturøkning sammenlignet med enkeltmotstanden. Det tok 8 ± 2 minutter før temperaturen i adapterne stabiliserte seg, dette gjaldt samtlige adaptere som ble teste. Adapter X og adapter U ble målt til 50 ± 2 °C. For adapter Y og adapter Z ble ikke temperaturen høyere enn 31 °C. Forskjellen i temperatur mellom adapter X og U, og de resterende adapterne er en følge av forskjellene i strømgrense.

Dersom det skal skje en antennelse i adapterne på grunn av overbelastning, vil det være nødvendig med en strømstyrke som er 3 – 7 ganger større enn den nødvendige strømstyrken en elektrisk komponent trenger (Stensaas, 2007). Etersom adapterne er normalt beskyttet ved hjelp av 1,0 A sikringer, må stor overbelastning i adapteren betraktes som en svært sjelden årsak til brann.

Metode for overoppheting av adaptere

Det ble diskutert to metoder som kunne benyttes for å forårsake brann i adapterne. En av metodene var å fremprovosere en økt strømgjennomgang i adaptere ved å parallellkoble flere motstander, slik at resistansen halveres og strømforsyningen i adapterne doubles. Den andre metoden var en spenningsførende overbelastning til adapterne med en step-up transformator som øker spenningen fra 230 V til 250 V. Ved å presse adapterne var det forventet at temperaturen steg, men det var usikkerhet hvorvidt det var tilstrekkelig for å antenne adapteren.

Det var på forhånd usikkert hvor lenge adapterne måtte stå på før adapteren eventuelt skulle antennes. Usikkerheten skyldes lite informasjon vedrørende lignende forsøk.

Ved gjennomføring av forsøkene var det ingen antydning til hverken flammer eller røyk i adapterne. Temperaturen som oppsto i adapterne var langt under antennesegrensen for PVC på 330 °C. Det er høyst usannsynlig at materialet kan starte en ulmebrann ved en varmpåkjening på maksimum 50 °C. PVC er en termoplast som er svært godt egnet til bruk i adaptere og kabler. Dette kommer av at materialet har svært gode brannegenskaper og god isoleringsevne. Det ble ikke gjennomført tester over 12 timer og det er usikkerhet rundt hvor høy temperaturen må være, samt hvor lenge den må utsettes for den gitte temperaturen for at en ulmebrann kan oppstå. Ved normal bruk vil ikke temperaturen overstige kritisk temperatur. Den mest sannsynlige årsaken til en brann i adapterne vil være knyttet til feil i adapteren, eventuelt slitasje over tid.

5.2 Kvalitet hos adaptere

Ladekretsen for en mobiltelefon ble konstruert på bakgrunn av å teste mobiladapternes varmeutvikling og eventuell røykutvikling. På forhånd av forsøkene ble spenningskvaliteten til adapterne testet, med målinger fra et oscilloskop og to multimeterer. Oscilloskopet viser målinger av stabiliteten til spenningen, samtidig som to multimeterer målte verdien for strøm og spenning. Denne metoden indikerte tydelig forstyrrelser fra spenningen på de uoriginale adaptere, mens på de originale adapterne ble det målt en stabil spenning. Oscilloskopsmålingen viser ikke hvorfor det oppstår forstyrrelser i de uoriginale adapterne, derfor ble det gjennomført en visuell sammenligning av kretskortet på originale og de uoriginale adapterne. Sammenligningen viser tydelig en forenklet versjon av komponenter på det uoriginale kretskortet, noe som kan antas å være årsaken til forstyrrelsen. Videre anbefales det å gjennomføre en grundigere sjekk av komponentene på kretskortet fordi det er forventet å avdekke ytterligere feil.

5.3 Brannrisiko ved bruk av adaptere

På grunnlag av DBSs brannårsaksstatistikk kan det fastslås at elektrisk installasjonsmateriell forårsaker mange branner i Norge hvert år (se figur 5). I 2017 var 16 % av alle boligbranner forårsaket av elektriske årsaker. Dette tilsvarer 460 ulike hendelser totalt. En adapter som er anvendt på riktig måte og som er korrekt dimensjonert, samt beskyttet, vil i seg selv ikke utgjøre en stor brannfare.

Etter gjennomførte tester på mobiladaptere hvor temperaturen var relativt lav, samt ingen antydninger til røykdannelse eller stor varmgang, antas det at prosentandelen av elektriske branner stammer fra feil bruk av annet elektrisk utstyr. At adaptere skyldes som en andel av elektriske årsaker er lite tvilsomt.

5.4 Valg av material, makstemperatur og detektor

For produktet i forbindelse med adaptere bør det benyttes et PVC materiale. PVC har gode brannegenskaper, har god isoleringsevne og er slitesterkt. For deteksjon av en brann i en adapter vil det være mest hensiktsmessig å benytte en varmedetektor i adaptere med maksimumstemperatur. Valget er basert på hva som er forventet dersom det skulle oppstå en brann. En temperaturdifferensial detektor vil ikke registrere et brannforløp da denne baserer seg på unaturlig temperatur økning. Det mest sannsynlige scenarioet vil være en ulmebrann som oppstår grunnet en lavtemperatur varmekilde over lang tid, det vil si at temperaturøkningen er liten og vil ikke bli fanget opp av denne typer detektor. Det anbefales å benytte en varmedetektor med maksimumstemperatur med en gitt parameter for aktivering. Temperaturen vil ved normal bruk ikke overstige 40 °C dersom adaptere fungerer som det skal. Temperatur for aktivering bør ligge i området på 80 - 90 °C da det ikke er noe som indikerer at denne temperaturen vil overstiges med mindre det oppstår en brann. Når det gjelder valg at aktiveringstemperatur er det viktig å ta omgivelsestemperaturen i betraktning. Testene ble gjennomført med en omgivelsestemperatur på 22 ± 1 °C. Det vil være hendelser der omgivelsestemperaturen er langt over denne, noe som tilsier at det er nødvendig men en sikkerhetsfaktor som hindrer uønskede alarmer. Det må fortsatt gjøres ytterligere tester for å fastsette at dette er en godkjent grense for aktivering.

For valg av røykdetektor anbefales det å benytte en optisk røykdetektor. Denne har bedre forutsetninger for å oppdage en ulmebrann i en tidlig fase kontra en ionisk røykdetektor. Den ioniske røykdetektoren er mer egnet til områder med lett antennelig materialet der det er rask flammeutvikling. Det er forventet at branntilløpet starter med en lengre fase med ulmebrann før den eventuelt utvikler seg til en flammebrann. En optisk røykdetektor gir tidligere deteksjon av ulmebrann ved at store røykpartikler bryter eller hindrer en lysstråle inne i detektoren og gir signal om røykutvikling.

5.5 Feilkilder

Ved forsøk generelt vil det være feilkilder som endrer utfallet av resultatene. Ved gjennomførte forsøk kan blant annet sikkerhetsvifte og omgivelsestemperaturen gi utslag i endring i temperatur for de ulike adapterne. Hvor store endringer dette utgjorde kan være vanskelig å fastslå, men det ble registrert temperaturforskjeller på opptil 6 °C under Test 3 – 12 timers test.

Andre feilkilder, som mobilkretsens oppkobling, er gjennomført manuelt av prosjektgruppen, noe som kan medføre dårlig kontaktforbindelse i koblingspunktene. Dette kan gi utslag i både multimeter- og temperaturmålingene.

Øvrige feilkilder

I tillegg til overnevnte feilkilder kan følgende faktorer hatt innvirkning på målingene:

- Adapterne gjennomgikk Test 2 – parallelkoblede mostand under pressede forhold i forkant av Test 3 – 12 timers test, men det antas at det har liten betydning for målingene.
- Motstandene som ble brukt under forsøkene var designet til 12 ohm, men ved å anta alderdom og slitasje var det usikkert om de nøyaktig ga en resistans på 12 ohm.
- Mekanisk skade forårsaket av f.eks. rykninger i kabler.
- Prosjektgruppen har manglende bakgrunn innenfor elektronikk som fagfelt. Det vil derfor være enkelt områder der prosjektgruppen ikke har kunnskapen eller kompetansen til å gå i dybden.



I dette kapitlet vil det bli gjort en konkret sammensetning av funnene og resultatene som anses som viktige. Innledningsdelen av rapporten blir trekket inn igjen, hvor det vil bli sett tilbake på formålet med oppgaven og videre konkludere i forhold til det. Samt vil det også belyses hva gruppen menes bør utføres videre, i form av anbefalinger.

KAPITTEL 6

6 Konklusjon

Den endelige konklusjonen falt etter drøfting rundt testresultatene, at brannforløp forårsaket av varme i adapterne er tvilsomt under normale og pressede forhold, både for originale og uoriginale adaptere. Det konkluderes også med hendelser der det kan forekomme brannutvikling i adapterne må stamme fra teknisk feil, slitasje eller ytre påvirkninger.

Tester av fremprovosert temperaturøkning der adapterne ble presset opp mot sin maksimale strømgrense ga en høyere varmgang enn ved normal lading, men ingen tegn til kritisk temperatur. Den høyeste målte temperaturen var aldri over 50 °C. En slik varmepåkjenning er ikke tilstrekkelig for å forårsake en ulmebrann i adapterne selv ved svært lang eksponering.

Adapterne ble demontert for å sammenligne kvaliteten til de ulike adapterne på forhånd av forsøkene. Fra sammenligningen kan en tydelig se forskjell på kretskortet til de uoriginale kontra de originale, der det uoriginale kretskortet var vesentlig forenklet. Ledaal (2018) fastslo blant annet at det ikke var en spenningsregulator i det uoriginale adaptere. Kretskortet på de originale adapterne hadde vesentlig flere komponenter. Figur 23 viser innmaten til adapterne som ble testet med oscilloskopet. Det ble totalt demontert fire adaptere for en sammenligning, to original adapter X (bilde 1) og to uoriginal adapter U (bilde 2). I sammenligning mellom de originale og uoriginale adapterne var det ingen tydelig visuell feil. Det som kom frem var at elektronikken i det uoriginale adaptere U var en forenklet versjon av det originale adaptere X, Ledaal kunne blant annet fastslå at en spenningsregulator ikke er tatt med.

Hensikten med denne oppgaven var å se på temperaturforløpet til ulike adaptere når de sto på over en lengere periode, samt undersøke forskjeller mellom uoriginale og originale adaptere. Gjennom forsøk utført på brannlaben ble maksimumstemperatur og temperaturforløp målt for å undersøke risikoen for brann ved langvarig lading. Foruten bakgrunnsforsøkene ble det gjennomført tester med enkel og dobbel motstand hvor hensikten var å fremprovosere en økt varmgang i adapterne for å avdekke mulige årsaker til brannstart og undersøke risikoen. Observasjoner gjort under forsøkene skulle videre være med å bidra til utviklingen av et produkt innen brannsikkerhet. For branndektoren i adapterne anbefales varmesensor med maksimumstemperatur satt til 80 - 90 °C. Dette vil gi høyest sannsynlighet for deteksjon av ulmebrann. Varmesensoren vil gi alarm når temperaturen overstiger det gitte parametere. Det antas at en temperatur på 80 - 90 °C vil være tilstrekkelig da det er godt over den registrerte

maksimumstemperaturen, samt lavt nok til at brannen oppdages før det er kritisk. Det må likevel gjøres videre undersøkelser for å fastsette maksimumstemperaturen for produktet.

7 Videre arbeid

For å skape en forståelse for kompleksiteten til adaptere og brannårsaker til disse, kreves det kunnskap. Kunnskapen er gjerne basert på erfaringer fra tidligere hendelser, men i Norge og ellers i verden er det foreløpig lite erfaringer knyttet rundt dette.

Det føres ikke statistikk over hendelser knyttet til brann og adapterne, men blir sett på som feil ved elektrisk utstyr. Dette betyr nødvendigvis ikke at det er noe feil med adapteren, men kan være stikkontakten de er tilkoblet, skøyteledning, kabel mellom adapter og telefonen, og ellers omgivelsene rundt.

Forskningsspørsmål som kan fremsettes i forlengelse av oppgaven kan være:

- Kan mobilen eller ladekabel være en mulig brannkilde?
- Tilføre mer strøm i adapterne?
- Annen plassering av detektor?
- Tildekking av adapter eller mobiltelefon?
- Eventuelle andre typer ladere (Bærbar PC, Macbook).



I dette kapittelet vil gruppen referere til de ulike kildene som ble tatt i bruk i rapporten.

BIBLIOGRAFI

8 Bibliografi

- Astma- og allergiforbundet. (u.d.). *Inneklima.com*. Hentet fra Støv og svevestøv:
<http://www.inneklima.com/index.asp?document=20>
- Atreya, A. (2016). *Convection Heat Transfer. I S. o. Engineers, SFPE Handbook*.
Massachusetts: National Fire Protection Association.
- Aven, T., Røed, W., & Wiencke, H. S. (2008). *Risikoanalyse*. Oslo: Universitetsforlaget AS.
- Babrauskas, V. (2001). *How do electrical wiring faults lead to structure ignitions?* 9000 -
300th Place SE, Issaquah WA 98027, USA: Fire Science and Technology Inc.
- Braut, G. S. (2018, Februar 20). *Uhelse*. Hentet fra Store medisinske leksikon:
<https://sml.snl.no/uhelse>
- Bukowski, R. W., & O'Laughlin, J. R. (1994). *Fire alarm signaling systems*. National Fire
Protection Association and Society of Fire Protection Engineers.
- C.L. Tien, K. L. (2016). Radiation Heat Transfer. I M. J. Hurley, *SFPE Handbook of Fire
Protection Engineering*. Greenbelt, MD, USA: Springer.
- Dahlum, S. (2017). *SNL - Kvantitativ analyse*. Hentet 02 05, 2018 fra
https://snl.no/kvantitativ_analyse
- Drysdale, D. (2011). *An introduction to fire dynamics*. West Sussex: John Wiley & sons Ltd.
- DSB. (2018). *Oppdragstatistikk fra BRIS - Brannstatistikk 2017*. Tønsberg: Direktoratet for
samfunnsikkerhet og beredskap.
- Fleischmann, C. M., & Chen, Z. (2013). *ScienceDirect*. Hentet fra Defining the difference
between backdraft and smoke explosions:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813012538>
- Floyd, T. L. (u.d.). *Principles of Electric Circuits* (Ninth Edition. utg.).
- Hagen, B. C. (2004). *Grunnleggende brannteknikk*. Haugesund.
- Hurley, M. J. (2016). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Massachusetts:
National Fire Protection Association, Inc.
- IEC. (2018). *Interoperability specifications of common external power supply (ESP) for use
with data-enabled mobile telephones: IEC 62684*. Geneva: IEC.
- Karlsson, B., & Quintiere, J. G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton: CRC Press
LLC.
- Kollegiet for brannfaglig terminologi. (u.d.). *KBT*. Hentet fra Faguttrykk - Røyk:
<http://www.kbt.no/%5C/faguttrykk.asp?Uttrykk=r%F8yk>
- Ledaal, T. (2018). Norges elektriske materiellkontroll.
- Lie, A. (2017). *Antennelse av oksiderbar røykgass fra ulmebrann i et lukket miljø*.
Universitetet i Bergen.
- Liebe, G. (2015). *Brannfysikk - fra teori til praksis*. Skien: Norsk brannvernforening.
- Malt, U. (2015). *SNL - Kvalitativ*. Hentet 02 04, 2018 fra <https://snl.no/kvalitativ>

- Nguyen, T. (2012). *Utebedring av varmeprosess med parallelt utviklet varslingsystem*. Stavanger: Universitet i Stavanger.
- Nilsen, J. E. (2011). *Elektronikkens verden - Del 1*. Hentet Mars 15, 2018 fra https://www.tek.no/artikler/elektronikkens_verden_-_del_1/97978/alle
- Norconsult. (2013). *Ålgård nye kirke - Grovanalyse av risiko i bygge- og anleggsgfase*. Gjesdal: Norconsult.
- Petroleumstilsynet. (2016, 02 25). *Notat om risikobegrepet i petroleumsvirksomheten*. Hentet 01 30, 2018 fra <http://www.ptil.no/risiko-og-risikoforstaelse/notat-om-risikobegrepet-i-petroleumsvirksomheten-article11884-823.html>
- Rausand, M., & Utne, I. B. (2009). *Risikoanalyse - teori og metoder*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Rein, G. (2016). Smoldering Combustion. I M. J. Hurley, *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Greenbelt, MD, USA: Springer.
- Saugstad, K. (2018). *SNL - Transformator*. Hentet Februar 20, 2018 fra <https://snl.no/transformator>
- Sesseng, C. (2012). *Røykvarslere for bruk i bolig*. Trondheim: SINTEF.
- Sesseng, C., Reitan, N. K., & Fjær, S. (2015). *Kartlegging av gasskonsentrasjoner, effekt av dødsluftstrom og effekt av alternativt deteksjonsprinsipp ved ulmebrann*. Trondheim: SP Fire Research AS.
- SINTEF. (2016, Mai). *520.385 - Nødvendig rømningstid ved brann*. Hentet fra Byggforskserien: https://byggforsk.no/dokument/322/noedvendig_roemningstid_ved_brann
- Stensaas, J. P. (2007). *Brann på grunn av elektrisk installasjonsmateriell og lavtemperatur varmepåkjennning fra belysning*. Trondheim: SINTEF.
- Stensaas, J. P. (2007). *Røykproduksjonen ved branner offshore - Rev. 1*. Trondheim: SINTEF NBL as.
- Stensaas, J. P. (2007). *Varmgang i elektrisk materiell og utstyr som tennkilde i bygninger*. Trondheim: SINTEF.
- Stensaas, J. P., Fjær, S., Storesund, K. A., & Steen-Hansen, A. (2012). *Elektriske kabler og brannrisiko*. Trondheim: SINTEF.
- Veisten, K., Flugel, S., & Elvik, R. (2010). *Den norske verdsettingsstudien: Ulykker - Verdien av statistiske liv og berening av ulykkenes samfunnskostnader*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

VEDLEGG 1 - RISIKOANALYSE

Innhold:

- Kartlegging av uønskede hendelser
 - Grovanalyse med beskrivelse av sannsynlighet og usikkerhet
 - Kommentarer til grovanalyse
-





VEDLEGG 1A: Kartlegging av uønskede hendelser

Sted Uønskede hendelser	Adapter	Støpsel	Stikkontakt	Kabel	Isolasjon
Brannutvikling	X	X	X		
Røykdannelse	X	X	X	X	X
Klemskade/fallskade	X		X	X	
Støv, fukt og skadedyr	X	X	X	X	X
Kontaktsvikt	X	X	X	X	
Utvendig varmetilførsel	X	X	X	X	X

VEDLEGG 1B: Grovanalyse med beskrivelse drøfting av sannsynlighet og usikkerhet

Nr.:	Uønsket hendelse	Mulig årsak	Drøfting av sannsynlighet og/eller konsekvens	Vurdering av sannsynlighet, konsekvens og risiko			Usikkerhet
				S	K	R	
1	Røykdannelse	<ul style="list-style-type: none"> - Tekniske / elektriske feil - Pyrofort materiale 	<ul style="list-style-type: none"> - Personskader, ulik alvorlighetsgrad - Høye temperaturer øker risiko for uhelse¹⁰ 	2	2	4	Usikkerheten til røykdannelse er kategorisert som høy. Dette på bakgrunn av at røykdannelse er en hendelse som er lite kjent og kan variere mye. Det vil generelt være utfordrende å fastslå en reell konsekvens og videre hendelsesforløp.
2	Brannutvikling	<ul style="list-style-type: none"> - Teknisk / elektrisk feil - Bruk av åpen ild på og i nærheten - Uhensiktsmessig plassering 	<ul style="list-style-type: none"> - Skade på materiell / utstyr - Store materielle skader som fører til husbrann. - Personskader, ulik alvorlighetsgrad 	3	4	7	Usikkerheten til brannutvikling i adapter er kategorisert som moderat. Dette på bakgrunn av at en brannutvikling kan variere ut i fra hvilket stadiet den blir oppdaget.

¹⁰ Et samlebegrep på fenomener som virker nedsettende på evnen til normal eller ønsket livsutfoldelse slik som sykdommer og funksjonssvikt (Braut, 2018).



		- Annen årsak (stråling, ledning, vibrasjon, etc.)					
3	Støv og fuktighet, skadedyr	<ul style="list-style-type: none"> - Feilaktig renhold, med underårsaker som dårlig støvsuger, feiing med kost - Menneskelige feil som vedlikehold, feil bruk av bolig. 	<ul style="list-style-type: none"> - Personskader, ulik alvorlighetsgrad - Skade på materiell / utstyr - Skadedyr påfører skader på kabelisolasjon i ulik alvorlighetsgrad 	4	1	5	Usikkerheten til støv, fuktighet og skadedyr har konsekvenspotensiale som er lite kjent og kan variere mye. Det er vanskelig å forutsi hvorvidt mye støv som er tilstede, hvor mye fuktighet som er i boligen og om skadedyr har tilgjengeligheter for å komme frem. Med denne bakgrunn er usikkerheten satt som høy.
4	Klemskade/fallskade	<ul style="list-style-type: none"> - Menneskelige feil, med underårsaker som brukerfeil, uaktsomhet, etc. - Fallende gjenstand(er) over adapter / mister adapter fra et høyere nivå til et lavere 	- Materialskade, ulike alvorlighetsgrad	5	1	6	Usikkerheten til en slik hendelsen er kategorisert som lav. Dette på bakgrunn av egne erfaringer ved klemskader/fallskade. Samt er konsekvenspotensialet kjent.



5	Kontaktsvikt/løs kobling	<ul style="list-style-type: none"> - Menneskelige feil med underårsaker som brukerfeil, bevegelser, rystelser, etc. - Tekniske / elektrisk feil - Udatert utstyr - 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan føre til oppvarming av elektrisk utstyr. 	4	2	6	Kontaktsvikt / løs kobling er en kjent hendelse. Videre hendelsesforløp og konsekvensen av dette er tilstrekkelig, med det er usikkerheten satt som lav.
6	Utvendig varmetilførsel	<ul style="list-style-type: none"> - Overoppheting forårsaket av ovn, peis, lampe, sollys, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan føre til at kabelisolasjonen blir sprø, får sprekkdannelser eller revner og vil til slutt løsne isolasjonen fra lederne, noe som kan føre til en kortslutning. 	5	1	6	Usikkerheten til utvendig varmetilførsel er satt som moderat. Dette på bakgrunn av utvendig varmetilførsel kan variere ut i fra hvor nært og hvor varmt den nærliggende gjenstanden kan være.

VEDLEGG 1C: Kommentarer til grovanalysen

1. Røykdannelse

Brann medfører ofte store røykskader, og det brente materialet avgir gasser. Røyken vil påvirke mennesker som oppholder seg i brannrommet, ettersom gassene er toksiske og røykgasser kan virke kvelende og irriterende. Samt vil høye temperaturer fra røyken føre til heteslag, eller stråling fra røyklaget som igjen fører til smerter og brannskade på eksponert hud.

Det er vanskelig å forutsi hvordan røyken vil utvikle seg. Oppdages det i en tidlig fase vil det ikke være en stor fare for mennesker, men er det en fullt utviklet brann vil det medføre store mengder med røyk. Siden vi tar utgangspunktet i at adapteren brukes i løpet av natten har vi satt usikkerheten som høy.

2. Brannutvikling

I følge BRIS har det oppstått ca. 460 hendelsene i 2017 av brann ved elektrisk utstyr. Dette er statistikk for generelt elektrisk utstyr med flere underkategorier, ikke spesifisert for brann i adapter. Analysegruppen har selv ikke erfart brann/stor varmgang tidligere i en adapter. Dette vil i stor grad utgjøre grunnlaget for sannsynlighetsklassifiseringen.

En fullutviklet brann vil kunne få katastrofale konsekvenser for personer. Usikkerhetsklassifiseringen har samme grunnlag som i «røykdannelse», hvor adapteren tas i bruk i løpet av natten og det er vanskelig å forutsi i hvilket stadiet det vil oppdages.

3. Støv, fuktighet og skadedyr

Støv på overflater som utsettes for temperatur over 70 °C endres kjemien og gjør støvet mer toksisk/irriterende. Dette fører til irritasjon av slimhinnene, svært lik virkninger av meget tørr luft (Astma- og allergiforbundet, u.d.).

Fuktighet i luften kan føre til elektrisk feil i situasjoner hvor dette ellers ikke ville ha skjedd. Fuktskader kan ha mange årsaker. Svært ofte skyldes dette konstruksjonsmessig eller utførelsesmessige feil, men også feil vedlikehold og feil bruk av boligen kan være årsaker til fuktskader.

Skadedyr, slik som rotter og insekter, kan påføre kabelisolasjonen store skader. Kabler som er blitt gnaget på av rotter, kan medføre direkte metallkontakt. Skader på isolasjonen kan føre til kryptstrøm, kontaktkortslutning, lysbueoverslag og overoppheting.

4. Klemskade/fallskade

Klemskader/fallskade er en hendelse som kan ha svært ulik frekvens. Konsekvensen av klemskade/fallskade vil variere med høyden og underlaget og graden av den involverte energien. Det kan tenkes at faren for å få en mer alvorlig skade variere ut ifra større vekt eller masse objektet har eller/og hastigheten til objektet.

5. Kontaktsvikt/løs kobling

Elektriske branner oppstår som regel i svake punkter i det elektriske anlegget. Slike svake punkter oppstår gjerne der ledninger og kabler er sammenkoblet, eller koblet til en stikkontakt, bryter eller et støpsel. Disse koblingspunktene kan være utsatt for skitt, støv og fuktighet, og over en periode kan koblingene løsne på grunn av bevegelser og rystelser.

Koblingspunkt med dårlig kontakt, vil øke motstanden og forårsake oppvarming av koblingspunktet. Ettersom varmemengden utvikles i et lite punkt, kan dette medføre svært høye temperaturer i punktet og ved et tidsaspekt kan bli glødende.

6. Utvendig varmetilførsel

I følge Stensaas (2007) vil de fleste tilfeller av utvendig varmetilførsel innebære at ledningen eller utstyret knyttet til ledninger er «offeret», og det er dermed ikke ledningen som forårsaker brannen. I noen tilfeller kan utvendig eksponering fra andre varmekilder enn brann føre til antennelse.

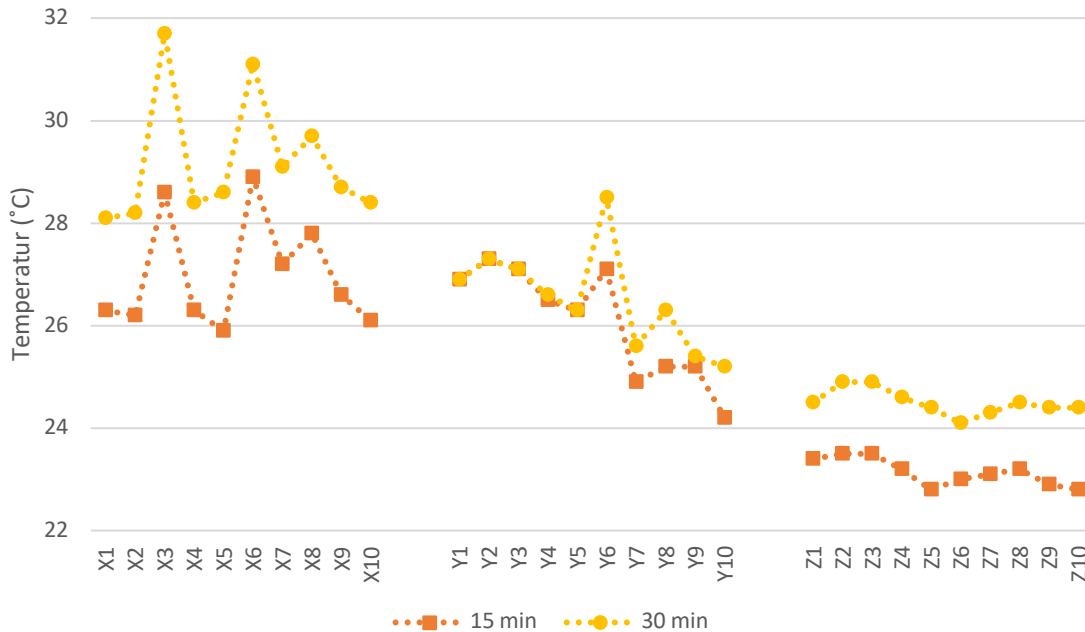
Overoppheting forårsaket av ovn, peis, lampe, sollys er noen av tilfellene som kan føre til at kabelisolasjonen blir sprø, får sprekkdannelser eller revner. Til slutt vil isolasjonen løsne fra laderen, noe som fører til en kortslutning.

VEDLEGG 2 – LABORATORIEFORSØK

Innhold:

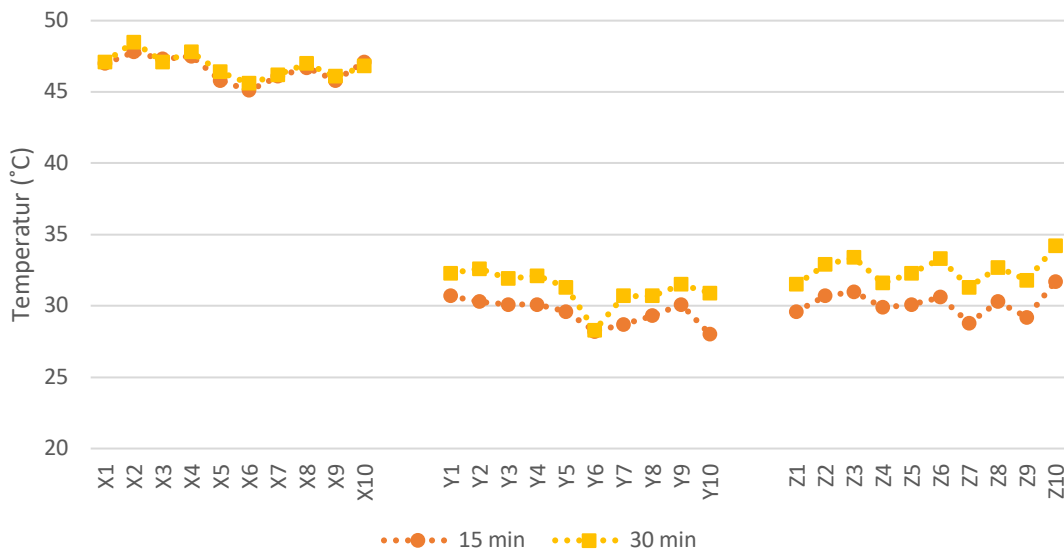
- Grafer av originale adaptere
 - Grafer av uoriginale adaptere
 - Graf av null til to timer av 12 timers test
-

VEDLEGG 2A: Grafer av originale adaptore



Figur 26: Temperatur for originale adaptore ved normale forhold ved henholdsvis 15 min og 30 minutter.

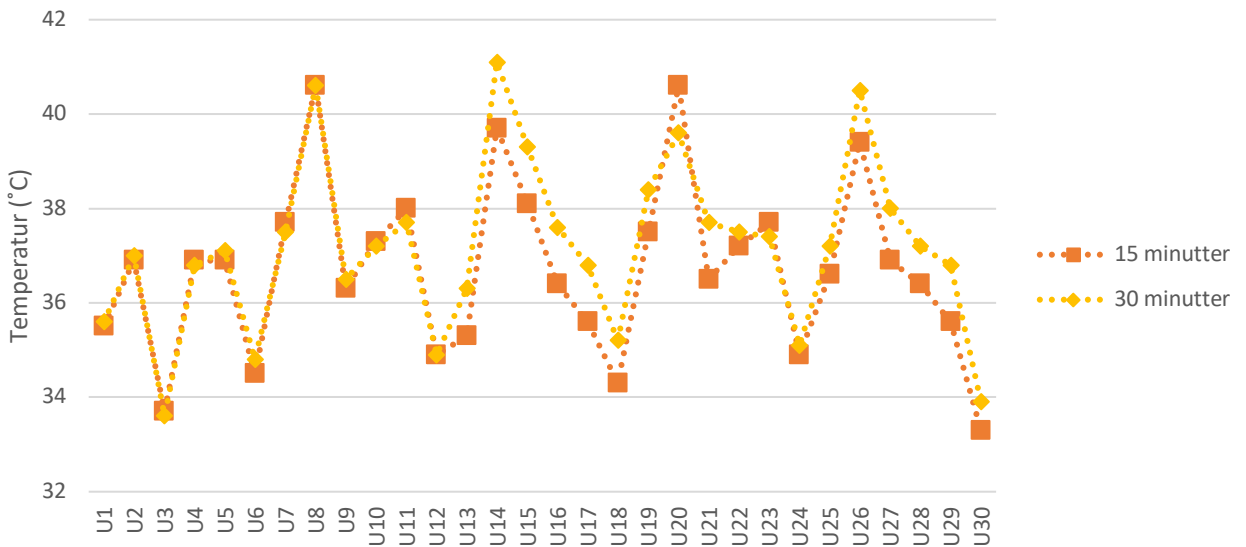
Figur 26 viser temperatur for originale adaptore ved normale forhold etter 15 og 30 minutter. Makstemperaturen for adapter X ble målt 28 ± 1 °C etter 15 minutter og 30 ± 2 °C etter 30 minutter. Adapter Y hadde en tilnærmet lik trendlinje etter både 15 og 30 minutter på 26 ± 2 °C. Adapter Z la stabilt på 23 °C etter 15 minutter og økte til 24 °C etter 30 minutter.



Figur 27: Temperatur for originale adaptore ved to parallelkoblede motstandere ved henholdsvis 15 min og 30 minutter.

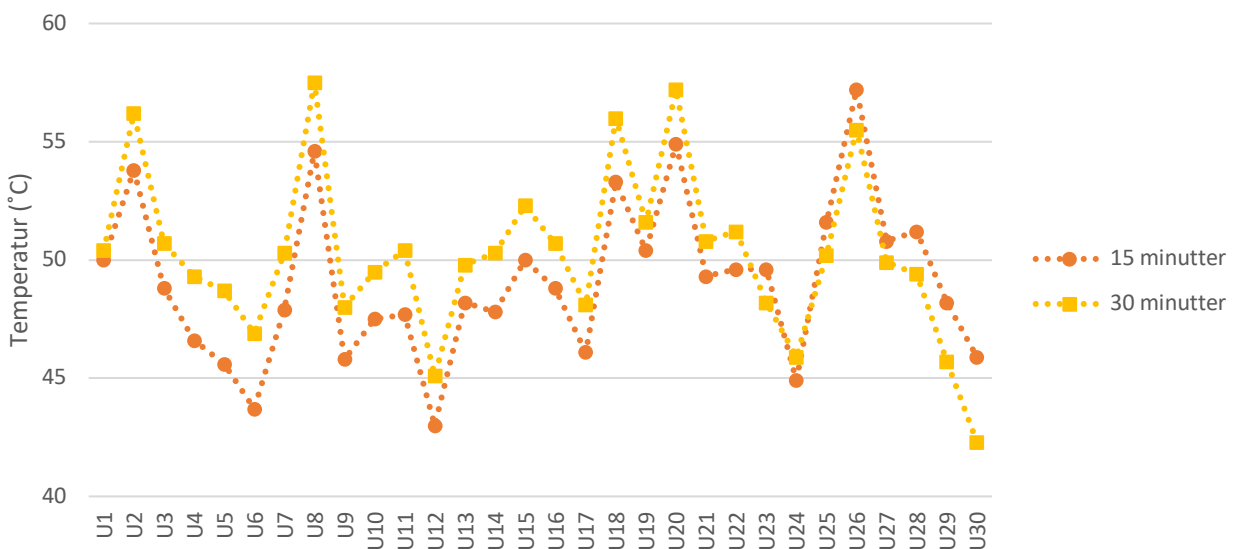
Figur 27 viser temperatur for originale adaptore ved to parallelkoblede motstandere. Adapter X var helt like etter 15 og 30 minutter på 46 ± 1 °C, og både adapter Y og Z var tilnærmet like på 31 ± 1 °C.

VEDLEGG 2B: Grafer av uoriginale adaptere



Figur 28: Test 1 - Temperatur for uoriginale adaptere ved normale forhold ved henholdsvis 15 min og 30 minutter.

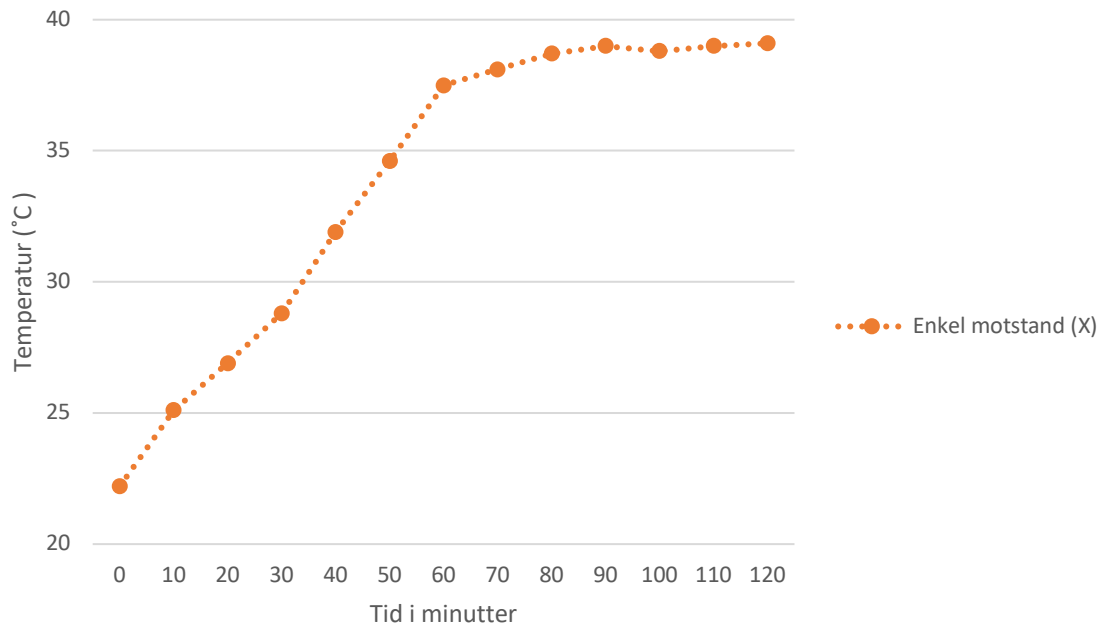
Figur 28 viser temperaturen etter 15 minutter og 30 minutter ved normale forhold. Som man ser i grafen viser det seg at selv etter 15 minutter og 30 minutter er temperaturen tilnærmet lik. Temperaturen som ble målt var henholdsvis 33 – 41 °C, og disse temperaturene holdt seg stabile selv etter 15 og 30 minutter.



Figur 29: Test 2 - Temperatur for uoriginale adaptere ved to parallelkoblede motstandere ved henholdsvis 15 og 30 minutter

Figur 29 viser temperatur etter 15 og 30 minutter ved to parallelkoblede motstandere. Svingningene mellom adapterne var i noe grad større enn ved normale forhold og temperaturen ble målt til 43 – 57 °C.

VEDLEGG 2C: 12 timers test



Figur 30: Graf av original adapter X ved normale forhold under 12 timers test fra null til to timer.

Figur 30 viser trendlinje for original adapter X under 12 timers testen. Hensikten med grafen er å se nærmere på når adapteren begynte å stabilisere seg, ettersom dette ikke vises i figur 21 i resultater.