



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultet for realfag og teknologi

Veileder: Tor Kristian Stevik

Analyse av fysiske sikringstiltak i et kost-/nytteperspektiv

Analysis of physical security measures in a
cost-benefit perspective

Dag Helge Birkeland

Industriell økonomi – Byggeteknikk

Fakultet for realfag og teknologi

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), våren 2018. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og er utarbeidet som en avsluttende oppgave i det femårige masterstudiet Industriell økonomi – Byggeteknikk ved Fakultet for realfag og teknologi (Realtek).

Jeg vil takke:

Tor Kristian Stevik som hovedveileder for et godt samarbeid. Stevik har gitt gode og reflekterte innspill til oppgaven og tatt opp viktige momenter som har vært svært relevante.

Alf Morten Nøstvold og Toralf Hystad fra ÅF Advansia som biveiledere. Nøstvold og Hystad har med sine faglige erfaringer gitt meg avgjørende kunnskap og innsikt som har vært nødvendig for å gjennomføre denne oppgaven. De har begge velvillig stilt opp til møter og gitt konstruktive og nyttige tilbakemeldinger gjennom hele prosessen.

Agnes og Andreas for å ha rensket opp i setninger og korrekturlest oppgaven.

Markus, Jesper og Tobias for en uforglemmelig studietid.

Ås, mai, 2018

Dag Helge Birkeland

Sammendrag

Politiets sikkerhetstjeneste (PST), Etterretningstjenesten og Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) skriver i sine årlige rapporter for 2018 at det er en kompleks trusselsituasjon i Norge. Ny lov om nasjonal sikkerhet ble vedtatt av Stortinget våren 2018. Denne loven skal sikre Norge mot et trusselbilde i endring.

Den nye loven spesifiserer at sikringstiltak skal vurderes i et kost-/nytteperspektiv. Denne masteroppgaven har belyst problemstillingen «Fysiske sikringstiltak kontra organisatoriske sikringstiltak i et kost-/nytte perspektiv». Problemstillingen blir besvart gjennom to forskningsspørsmål.

- Hvordan blir sikringskostnader til bygg påvirket av endret (organisatorisk) responstid?
- Hvordan utvikler kostnadsendringene seg avhengig av areal og utforming av et bygg som skal sikres?

Det har blitt benytt en casestudie for å evaluere tre eksempelbygg utarbeidet konkret for denne oppgaven. I studien ble det gjennomført en kvantitativ kostnadsanalyse av kostnadsendringer for fysiske sikringstiltak opp mot en endret responstid til reaksjonsstyrken.

Resultatene viser at i et kost-/nytteperspektiv er det fordelaktig å sikre for en kortere responstid. Forutsatt krav om balansert sikring er kostnadsendringen minimal ved sikring for kort responstid, men øker etter hvert markant. Vurderes bevegelsestid for inntrenger i bygget isolert er det liten forskjell i total innbruddstid mellom lave og høye bygninger. Bevegelsestiden er en liten andel av den total innbruddstiden.

Opgaven har i hovedsak vurdert bygg for virksomheter hvor sikring er vanlig, som for eksempel departementskontorer eller museer. Likevel kan resultatene også være relevante for private virksomheter som besitter sensitiv informasjon og har behov for å sikre enkelte verdier.

Abstract

The Norwegian Police Security Service (PST), The Intelligence Service and The National Security Authority (NSM) states the threat situation in Norway is complex in their annual reports for 2018. In March 2018 a new national security law was passed by the Norwegian parliament. This law will secure Norway against the backdrop of a changing threat situation.

The new law specifies that security measures should be evaluated in a cost-benefit perspective. This Master's thesis looks at "physical security measures versus organizational security measures in a cost-benefit perspective". This has been done through two research questions.

- How is cost of security for buildings affected by a change in (organizational) response time?
- How does the change in cost vary depending of the area and design of a building that needs securing?

A case study was used to evaluate three example buildings designed specifically for this thesis. A quantitative cost analysis has been conducted where the change in cost for physical protection measures, compared to a changing response time, was evaluated.

In a cost-benefit perspective the results show that it is beneficial to secure an object for a shorter response time. The change in cost is minimal when securing for a short response time, but will gradually rise considerably. If time of transportation inside the building for an adversary is evaluated alone there is little difference in total task time for the adversary between short and tall buildings.

This thesis has focused on buildings with businesses where security is standard, e.g. governmental buildings or museums. The results can nevertheless also benefit other private businesses who possesses sensitive information and has a need to secure individual values.

Innholdsfortegnelse

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Innledning og problemstilling..... | 1 |
| 1.1. | Bakgrunn | 1 |
| 1.2. | Problemstilling | 2 |
| 1.3. | Avgrensninger | 2 |
| 2. | Teori | 3 |
| 2.1. | Lovverk for objektsikring | 3 |
| 2.2. | Physical Protection System | 4 |
| 2.3. | Karakteristikk for å oppnå effektiv PPS | 5 |
| 2.3.1. | Sikring i dybden | 5 |
| 2.3.2. | Balanse i sikringstiltakene | 6 |
| 2.4. | Balansert sikring..... | 6 |
| 2.4.1. | Sikringsklasser | 7 |
| 2.4.2. | Risikovurdering | 8 |
| 2.4.3. | Responstid..... | 10 |
| 3. | Metode | 13 |
| 3.1. | Forskningsmetode | 13 |
| 3.1.1. | Valg av forskningsmetode | 13 |
| 3.1.2. | Gjennomføring av forskningsmetode | 14 |
| 3.2. | Relabilitet og validitet | 15 |
| 3.3. | Utfordringer..... | 15 |
| 4. | Eksempelbygg | 17 |
| 4.1. | Bakgrunn | 17 |
| 4.2. | Oppbygging av eksempelbyggene | 17 |
| 4.3. | Dører | 19 |
| 4.4. | Vegger | 19 |
| 4.5. | Tak..... | 20 |
| 4.6. | Bevegelsestider | 20 |
| 4.7. | Forutsetninger | 21 |
| 4.7.1. | Konstruksjon og fysiske barrierer | 21 |
| 4.7.2. | Innbrudds- og responstid | 23 |
| 4.7.3. | Sikringsklasser | 23 |
| 4.7.4. | Kostnadsanalysen..... | 23 |
| 5. | Modell..... | 25 |
| 5.1. | Oppbygging..... | 25 |
| 5.2. | Forutsetning for modell | 27 |
| 5.2.1. | Kostnader | 27 |
| 5.2.2. | Innbruddstider | 28 |
| 5.2.3. | Bevegelsestider | 29 |
| 5.3. | Kostnadsanalysen..... | 30 |
| 5.3.1. | Del 1 – Hvordan sikringskostnader til bygg blir påvirket av endret responstid..... | 30 |
| 5.3.2. | Del 2 – Hvordan kostnadsendringene utvikler seg avhengig av areal av et bygg som skal sikres | 31 |
| 5.3.3. | Del 3 – Følsomhetsanalyse..... | 31 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 6. | Resultater..... | 33 |
| 6.1. | Del 1 – Hvordan sikringskostnader til bygg blir påvirket av endret responstid..... | 33 |
| 6.1.1. | Scenario 1, eksempelbygg 1..... | 33 |
| 6.1.2. | Scenario 2, eksempelbygg 1 til 3..... | 35 |
| 6.2. | Del 2 – Hvordan kostnadsendringene utvikler seg avhengig av areal av et bygg som skal sikres 36 | 36 |
| 6.2.1. | Eksempelbygg 1 | 36 |
| 6.2.2. | Eksempelbygg 2 | 38 |
| 6.2.3. | Eksempelbygg 3 | 40 |
| 6.2.4. | Sammenlikning mellom eksempelbygg 1 til 3 | 42 |
| 6.3. | Del 3 – Følsomhetsanalyse..... | 46 |
| 6.3.1. | Horisontal bevegelse..... | 46 |
| 6.3.2. | Bevegelse i trapper | 46 |
| 6.3.3. | Følsomhet for kostnader..... | 48 |
| 6.3.4. | Følsomhetsanalyse for innbruddstid | 49 |
| 7. | Diskusjon..... | 51 |
| 7.1. | Diskusjon | 51 |
| 7.1.1. | Prinsippet om balansert sikring | 51 |
| 7.1.2. | Diskusjon av metode og eksempelbygg..... | 52 |
| 7.1.3. | Diskusjon av forutsetning for eksempelbygg og modell..... | 53 |
| 7.1.4. | Diskusjon av sikringsklasser | 53 |
| 7.1.5. | Diskusjon av data brukt i modellen..... | 54 |
| 7.1.6. | Diskusjon av del 1 av kostnadsanalysen | 54 |
| 7.1.7. | Diskusjon av den del 2 av kostnadsanalysen | 56 |
| 7.1.8. | Diskusjon av følsomhet for datagrunnlaget..... | 57 |
| 7.2. | Oppsummering av diskusjon | 59 |
| 7.3. | Konklusjon | 60 |
| 8. | Videre arbeid..... | 63 |
| 8.1. | Verifisere | 63 |
| 8.2. | Modell og eksempelbygg | 63 |
| 8.3. | Bevegelsestider | 63 |
| 8.4. | Samfunnsøkonomiske konsekvenser..... | 64 |
| 9. | Litteraturliste | 65 |
| 10. | Appendiks A – Eksempelbygg 1, plantegning | 69 |
| 11. | Appendiks B – Eksempelbygg 2, plantegning..... | 70 |
| 12. | Appendiks C – Eksempelbygg 3, plantegning..... | 71 |
| 13. | Appendiks D – Kostnad for dører..... | 72 |
| 14. | Appendiks E – Kostnad for vegger/tak..... | 73 |
| 15. | Appendiks F – Innbrudds- og bevegelsestid | 74 |
| 16. | Appendiks G – Elektronisk vedlegg | 75 |

Tabelliste

| | |
|---|----|
| Tabell 4-1 Sammenheng i oppbygning mellom de tre eksempelbyggene | 18 |
| Tabell 4-2 Oversikt over de fysiske barrierene i eksempelbyggene, hvor de er plassert og hvilke funksjon de har | 19 |
| Tabell 5-1 Oversikt over sammensetning av sikringsklasser for hver barriere til modellen..... | 27 |
| Tabell 6-1 Gjennomsnittlig kostnadsøkning pr. minutt responstid i intervall 5 - 21 min og 21 - 55 min | 35 |
| Tabell 6-2 Endring i bevegelsestid i et worst og best case scenario | 48 |

Figurliste

| | |
|---|----|
| Figur 2-1 Tidsregnskapet viser oppbygningen av innbruddstid og responstid | 7 |
| Figur 4-1 Sammenheng i areal pr. etasje og høyde mellom de tre eksempelbyggene | 18 |
| Figur 5-1 Oversikt over av hvordan Excelmodellen bruker data og gitte forutsetninger for å regne ut total innbruddstid og kostnadsendring | 26 |
| Figur 6-1 Kostnadsendring for å oppnå balansert sikring ved endret responstid | 33 |
| Figur 6-2 Sammensetning av kostnadsendring avhengig av responstid | 34 |
| Figur 6-3 Kostnadsendring for å oppnå balansert sikring ved endret responstid, sammenligning mellom eksempelbygg 1 – 3 | 35 |
| Figur 6-4 Kostnadsendring for eksempelbygg 1 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 10 m ² . Fra 50 til 80% sikring er 1. etg inkludert..... | 37 |
| Figur 6-5 Kostnadsendring for eksempelbygg 1 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 50 m ² . Fra 50 til 80% sikring er 1. etg inkludert..... | 37 |
| Figur 6-6 Kostnadsendring for eksempelbygg 1 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 100 m ² . Fra 50 til 80% sikring er 1. etg inkludert..... | 38 |
| Figur 6-7 Kostnadsendring for eksempelbygg 2 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 10 m ² . For 85% sikring er 1. etg inkludert..... | 39 |
| Figur 6-8 Kostnadsendring for eksempelbygg 2 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 50 m ² . For 85% sikring er 1. etg inkludert..... | 39 |
| Figur 6-9 Kostnadsendring for eksempelbygg 2 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 100 m ² . For 85% sikring er 1. etg inkludert..... | 40 |
| Figur 6-10 Kostnadsendring for eksempelbygg 3 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 10 m ² . For 80% sikring er 1. etg inkludert..... | 41 |
| Figur 6-11 Figur 6 10 Kostnadsendring for eksempelbygg 3 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 50 m ² . For 80% sikring er 1. etg inkludert | 41 |

| | |
|---|----|
| Figur 6-12 Figur 6 10 Kostnadsendring for eksempelbygg 3 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 100 m ² . For 80% sikring er 1. etg inkludert..... | 42 |
| Figur 6-13 Kostnadsendring ved sikring av 50% for eksempelbygg 1 – 3..... | 43 |
| Figur 6-14 Kostnadsendring ved sikring av 60% for eksempelbygg 1 - 3..... | 43 |
| Figur 6-15 Kostnadsendring ved sikring av 70% for eksempelbygg 1 - 3..... | 44 |
| Figur 6-16 Kostnadsendring ved sikring av 80% for eksempelbygg 1 - 3..... | 45 |
| Figur 6-17 Følsomhetsanalyse for horisontal bevegelse..... | 46 |
| Figur 6-18 Følsomhetsanalyse for bevegelse i trapper..... | 47 |
| Figur 6-19 Endring i bevegelsestid i et worst og best case scenario..... | 48 |
| Figur 6-20 Følsomhetsanalyse for innbruddstid..... | 49 |
| Figur 6-21 Følsomhetsanalyse av responstid for Delta-tider..... | 50 |

Forkortelser

| | |
|--------------------|---|
| <i>BTA</i> | Bruttoareal |
| <i>E-Tjenesten</i> | Etterretningstjenesten |
| <i>NOK</i> | Norske kroner |
| <i>NS</i> | Norsk Standard |
| <i>NSM</i> | Nasjonal Sikkerhetsmyndighet |
| <i>PPS</i> | Physical Protection System |
| <i>PST</i> | Politiets sikkerhetstjeneste |
| <i>RC</i> | Resistance Class (motstandsklasse) |
| <i>SK</i> | Sikringsklasse |
| <i>VVS</i> | Varme-, ventilasjons- og sanitærteknikk |

Sentrale definisjoner (definisjoner med referanse er direkte sitert)

Alarmmottak

I denne oppgaven defineres et alarmmottak som en sentral som tar i mot og behandler innkommende alarmer og videre tar kontakt med reaksjonsstyrke om situasjonen tilsier at det er nødvendig.

Entitet

Med entitet menes et fysisk objekt, individ, organisasjon, stat, gruppering, virksomhet eller annen enhet som passer inn i sammenhengen (NS 5832:2014).

Etter definisjonen i NS 5830 er en trusselaktør «en entitet som forbindes med en trussel (NS 5830:2012).

Fysisk sikring

Fysisk barriere som hindrer eller forsinker uønsket adgang til verdier (NS 5830:2012).

Objekt

I denne oppgaven vil et objekt være et bygg, anlegg eller en eiendom.

Objekteier

Virksomhet eller person som eier eller på annen måte råder over skjermingsverdig objekt. Fra § 3, 1. ledd nr. 14 (Sikkerhetsloven, 1998).

Organisatorisk sikringstiltak

Tiltak i form av skriftlige eller muntlige beskrivelser, vurderinger og beslutninger som regulerer ledelse, organisering, prosesser, analyser, rutiner, adferd og/eller anvendelser av andre sikringstiltak (NS 5830:2012).

Risiko

Utrykk for forholdet mellom trusselen mot en gitt verdi og denne verdiens sårbarhet overfor den spesifiserte trusselen (NS 5830:2012).

Sårbarhet

Manglende evne til å motstå en uønsket hendelse eller å opprette ny stabil tilstand dersom en verdi er utsatt for uønsket påvirkning (NS 5830:2012).

Tilsiktet uønsket handling

Uønsket hendelse som forårsakes av en aktør som handler med hensikt (NS 5830:2012).

Trusselaktør

Entitet som forbindes med en trussel (NS 5830:2012).

Verdi

Ressurs som hvis den blir utsatt for uønsket påvirkning vil medføre en negativ konsekvens for den som eier, forvalter eller drar fordel av ressursen (NS 5830:2012).

1. Innledning og problemstilling

1.1. Bakgrunn

Trussel- og risikobildet for Norge er kompleks. Dette melder Etterretningstjenesten (E-tjenesten) i sin årlig rapport over sikkerhetsutfordringer, *Fokus*, for 2018 (E-tjenesten, 2018). Politiets sikkerhetstjeneste (PST) skriver at det er et sammensatt trusselbilde som vil prege Norge i sin *Trusselvurdering for 2018* (PST, 2018). Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) rapporterer at «Norge står overfor økende risiko for å bli rammet av sikkerhetstruende hendelser» i sin rapport *Risiko 2018* (NSM, 2018). Truslene som nevnes i disse rapportene er blant annet internasjonal terrorisme, etterretning fra fremmede stater og politisk motivert vold.

Dette er trusler som har blitt nevnt i PST sine trusselvurderinger fra 2004 og frem til i dag. Etter 22. juli 2011, da terroren rammet Norge ble fokuset på objektsikring av norske bygg og infrastruktur i større grad satt på dagsordenen enn tidligere. (Albrechtsen et al., 2017). I 2012 kom rapporten fra 22.juli-kommisjonen som blant annet konkluderte med at angrepet på regjeringskvartalet kunne vært unngått og at flere sikrings- og beredskapstiltak burde vært iverksatt etter 22. juli for å vanskeliggjøre nye angrep (NOU 2012:14).

I 2015 ble et sikkerhetsutvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon for å vurdere hva som burde reguleres i ny lov om nasjonal sikkerhet (NOU 2016:19). En av målsetningene for utvalgets forslag til ny sikkerhetslov var at kostnadene for etablert sikkerhetstiltak skal være rimelig i forhold til det som oppnås med tiltaket (Prop. 153 L (2016-2017)). Dette prinsippet ble videreført i det endelige lovforslaget som ble vedtatt av Stortinget våren 2018. (Stortinget, 2018)

Denne oppgaven vil belyse hvordan tilstrekkelig fysisk sikring kan etableres, avhengig av behov og trusselbilde for utvalgte eksempelbygg. Samtidig som kost-/nytteprinsippet som beskrives av ny lov om nasjonal sikkerhet skal ivaretas.

1.2. Problemstilling

Formålet med denne oppgaven er å bidra til diskusjonen rundt fysisk sikring av bygg i et kost-/nytteperspektiv. Etter dialog med veiledere med god kunnskap og erfaring fra bransjen ble dette tatt opp som et tema det er interessant å belyse.

Problemstillingen som skal besvares i denne oppgaven er:

Fysiske sikringstiltak kontra organisatoriske sikringstiltak i et kost/nytte perspektiv

Organisatoriske sikringstiltak omfatter mye. Både hvordan personell tilknyttet et objekt gjennomfører øvelser, hvordan objektet kan sikres med vakthold og om det gjennomføres adgangskontroll (NSM et al., 2010). I denne oppgaven er det reaksjonsstyrkens responstid som vurderes som organisatorisk sikringstiltak.

For å svare på problemstillingen er det definert to forskningsspørsmål:

1. Hvordan blir sikringskostnader til bygg påvirket av endret (organisatorisk) responstid?
2. Hvordan utvikler kostnadsendringene seg avhengig av areal og utforming av et bygg som skal sikres?

1.3. Avgrensninger

I denne oppgaven er det kun kostnader for fysisk sikring av dører, vegger og tak som er undersøkt. Elektronisk sikring og perimetersikring er sett bort i fra. Avgrensninger er videre beskrevet i kapittel 4.7 og kapittel 5.2.

2. Teori

Teorien som belyses i dette kapittelet er relevant for å forstå bakgrunnen til hvordan modellen i denne oppgaven er bygget opp og for å svare på forskningsspørsmålene.

Det er lite offentlig publisert forskning som tar for seg fysiske sikringstiltak i et kost-/nytteperspektiv. Det er derfor fokusert på sikringsteori og de prinsipper som brukes for å planlegge fysisk sikring. Oppgaven tar utgangspunkt i dette og belyser i tillegg kostnadsdimensjonen.

2.1. Lovverk for objektsikring

I lov om forebyggende sikkerhetstjeneste § 17b står det at objekteier plikter å beskytte skjermingsverdige objekter med sikkerhetstiltak (Sikkerhetsloven, 1998). Videre står det i forskrift om objektsikkerhet at sikkerhetstiltakene som skal implementeres etter sikkerhetsloven § 17b skal planlegges, gjennomføres og vedlikeholdes som permanent grunnsikring for objektene. Sikkerhetstiltakene skal bestå av en kombinasjon av barrierer, deteksjon, verifikasjon og reaksjon som er tilpasset det enkelte objekt (Forskrift om objektsikkerhet, 2011).

Risiko- og usikkerhetsbilde har endret seg i Norge og verden i årene etter gjeldene sikkerhetslov trådte i kraft 1. juli 2001. På bakgrunn av dette ble et sikkerhetsutvalg oppnevnt i kongelig resolusjon 27. mars 2015. Utvalgets mandat var å vurdere hva som skal reguleres for å sikre nasjonal sikkerhet (NOU 2016:19). Basert på denne utredningen ble det fremmet en proposisjon for ny lov om nasjonal sikkerhet i statsråd 16.06.17 (Prop. 153 L (2016-2017)). Denne loven ble vedtatt i første behandling på Stortinget den 27.02.18. Den ble behandlet for andre gang 06.03.18 og vil videre bli vedtatt som lov (Stortinget, 2018).

I § 17 b i gjeldene sikkerhetslov står det at «sikkerhetstiltakene skal bestå av en kombinasjon av barrierer, deteksjon, verifikasjon og reaksjon...» med videre krav avhengig av klassifisering: viktig, kritisk eller meget kritisk. Under § 7.3 *Beskyttelse*

av objekter og infrastruktur i det nye lovforslaget er dette endret til «Virksomheten skal iverksette nødvendige sikkerhetstiltak for å opprettholde et forsvarlig sikkerhetsnivå.» Videre foreslås det tilsvarende sikkerhetstiltak som i gjeldene lov, men nå med eksempler på hva tiltakene *kan* være og ikke *skal* være som det er i dag. Dette så lenge sikkerhetstiltakene er i stand til å opprettholde et forsvarlig sikkerhetsnivå til gjeldene objekt eller infrastruktur.

I den offentlige utredningen og poengtert i Proposisjonen om ny sikkerhetslov, er det viktig at vurdering av risiko ikke må ses på som isolert i den enkelte virksomhet, men heller må se på objektene i de systemene de er en del av. Utvalget mente også at det bør stilles funksjonelle krav fremfor spesifikke krav. Sikkerhetstiltak for objekter og infrastruktur skal i sum være samfunnsøkonomisk lønnsomme.

I § 4.3 i forslaget er det også nevnt at «Kostnadene ved sikkerhetstiltak skal stå i et rimelig forhold til det som kan oppnås ved tiltaket».

2.2. Physical Protection System

International Atomic Energy Agency (IAEA) publiserte i 1972 en rapport som utviklet konseptet Physical Protection System (PPS). PPS integrerer mennesker, prosedyrer og utstyr for å beskytte objekter mot tyveri, sabotasje og andre tilsiktede uønskede hendelser. PPS har senere blitt revidert av IAEA og videre utviklet av Sandia National Laboratory (Hester, 2007).

Målet med PPS er å hindre en inntrenger fra å gjennomføre et vellykket angrep på et objekt. Hovedfunksjonene til PPS er Detection (deteksjon), Delay (forsinkelse) og Response (reaksjon). Deteksjon er oppdagelse av en uønsket hendelse, uavhengig av om den er gjort i skjul eller ikke. Funksjonen måles etter hvor effektiv hendelsen blir oppdaget og tiden det tar før tiltak blir iverksatt. For eksempel fra noen bryter seg gjennom en dør i et objekt, til alarmmottak har registrert hendelsen, evaluert situasjonen og eventuelt tilkalt en reaksjonsstyrke. Den andre funksjonen i PPS, forsinkelse, kan oppnås ved hjelp av fysiske barrierer, personell og låser. Effekten av forsinkelsen er tiden inntrenger bruker (etter deteksjon) til å passere hvert

forsinkelselement. For eksempel hvor lang tid en inntrenger bruker på å bryte seg gjennom en vegg i objektet. Reaksjon er handlingene som gjennomføres etter deteksjon for å hindre at inntrenger oppnår suksess. Etter inntrenger er oppdaget må situasjonen verifiseres for å iverksette reaksjon med riktig kapasitet. Effekten av reaksjonen måles i tiden det tar fra reaksjonsstyrken har fått informasjon om hendelsen til inntrengerne er stoppet i å gjennomføre angrepet (Garcia, 2001).

2.3. Karakteristikk for å oppnå effektiv PPS

Dagens objektsikkerhetsforskrift fra 2011 viser til de samme funksjonene som inngår i PPS; at sikkerhetstiltak skal bestå av barrierer, deteksjon, verifikasjon og reaksjon tilpasset det enkelte objekt (Forskrift om objektsikkerhet, 2011).

I 2011 ga Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) ut veiledning til forskrift om objektsikkerhet (oppdatert i 2014) (NSM, 2014). Her er det grundig beskrevet eksempler på sikkerhetstiltakene; barrierer, deteksjon, verifikasjon og reaksjon som er tilpasset det enkelte objekt. Det beskrives i punkt 8.1.4 om design av sikringssystemet. Der bemerkes det at ingen sikringstiltak er helt sikre og at det derfor bør sikres i dybden – med mulighet for deteksjon og tidsforsinkelse i leddene innover. Balanse i sikringstiltakene er viktig i forhold til de ulike rutene en inntrenger kan velge frem til målet.

2.3.1. Sikring i dybden

Sikring i dybden er prinsippet om at inntrenger må trenge gjennom flere barrierer før verdien nås. Hvor for eksempel den første barrieren detekterer inntrenger og de neste barrierene er fysiske hindringer som forsinker vedkommende mens reaksjonsstyrker er på vei. Effekten av sikring i dybden er større usikkerhet for inntrenger om hvordan objektet er bygget opp. Det krever også mer planlegging før objektet kan angripes samt flere muligheter for at inntrenger kan feile eller avbryte oppdraget (Garcia, 2001).

2.3.2. Balanse i sikringstiltakene

Balanse i sikringstiltakene er en viktig prosess for å oppnå et effektiv PPS. Balansen oppnås når hver rute en inntrenger kan komme til verdien i anlegget yter samme motstand (Wyss, 2009). For eksempel er det ikke noe poeng å ha en dør med høy sikringsklasse om den er plassert inn i en vegg med vesentlig lavere sikringsklasse, da vil inntrengerer heller bryte seg gjennom veggen. Det samme gjelder om det er streng sikkerhets- og adgangskontroll gjennom resepsjonen i en bygning, mens de ansattes inngang på baksiden av bygget ikke har adgangskontroll. Når en benytter seg av prinsippet sikring i dybden er det også flere potensielle ruter en inntrenger kan benytte seg av og det er dermed viktig å ha balanse i sikringstiltakene.

2.4. Balansert sikring

Forsvarsbygg har gjennom Nasjonalt kompetansesenter for sikring av bygg (NKSB) utviklet en håndbok i sikring av eiendom, bygg og anlegg mot terror, sabotasje, spionasje og annen kriminalitet. Sikringshåndboka beskriver «balansert sikring» som at den totale forsinkelsen de ulike sikringstiltakene gir, må være lengre enn responstiden. Dette betyr at tiden reaksjonsstyrken bruker på å ankomme objektet og inntrengerne må være kortere enn tiden inntrengerne bruker på å nå verdien i objektet. En forutsetning er at inntrengerne blir detektert, verifisert og reaksjon iverksettes umiddelbart. Reaksjonsstyrken som ankommer må også ha kapasitet til å håndtere de aktuelle trusselaktørene (NKSB, 2016). Trusselaktører blir videre beskrevet i kapittel 2.4.2.

Et verktøy for å vurdere om nødvendige sikringstiltak er tilfredsstillende for et gitt objekt er å lage et tidsregnskap. Tidsregnskapet defineres ut fra sikringsklassene på barrierene som inngår i objektet, hvilke trusselaktør som er aktuell for gjeldene objekt og hva responstiden til reaksjonsstyrkene er (NKSB, 2016).

Tidsregnskapet viser total tid en inntrenger bruker for å nå verdien. Fra vedkommende blir detektert i første barriere, tiden det tar mellom barrierene og innbruddstiden for å bryte seg gjennom barrierene. Denne tiden må være lengre enn

responstiden til reaksjonsstyrken for at objektet skal ha en balansert sikring [Figur 2-1].

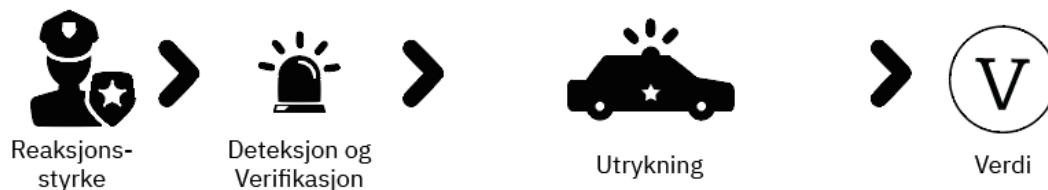
Tidsregnskap

Balansert sikring:
Innbruddstid > Responstid

Innbruddstid: Tiden det tar å bryte seg gjennom de fysiske barrierene og bevege seg mellom barrierene frem til verdien



Responstid: Tiden det tar fra trusselaktør er detektert, situasjonen verifisert, reaksjonsstyrken har rykket ut til stedet og beveget seg frem til verdien



Figur 2-1 Tidsregnskapet viser oppbygningen av innbruddstid og responstid

2.4.1. Sikringsklasser

Sikringsklasser beskriver mostandsnivå for en enkelt fysisk barriere mot en definert trusselaktør (NKSB, 2016). En standardisert måte å klassifisere sikring på gir objektene mulighet til å dokumentere at de fysiske barrierene er tilstrekkelige for å beskytte objektets verdi mot et spesifisert trusselnivå.

Hver sikringsklasse forteller hvor lang tid en gitt trusselaktør antas å bruke på å bryte seg gjennom den fysiske barrieren. Sikringsklassene nummeres fra 1 til 8, der 1 er laveste klasse med kortest innbruddstiden og 8 høyeste sikringsklasse.

I Sikringshåndboka er det for dører og glass i dører tatt utgangspunkt i motstandsklassene (RC) i den europeiske NS-EN 1627. For at et sikkerhetsprodukt skal kunne klassifiseres etter NS-EN 1627 må produktet være testet i henhold til prøvningsmetodene i serien NS-EN 1628, NS-EN 1629 og NS-EN 1630 (NS-EN 1627:2011).

Forsvarsbygg har gjennom manuelle inntrengingsforsøk i konstruksjonskomponenter funnet realistiske innbruddstider. Forsøkene gjøres med utgangspunkt i forskjellige trusselaktører med verktøy de typisk har tilgang til og defineres i en sikringsklasse avhengig av innbruddstid og trusselaktør. Eksempler på plassbygde konstruksjonskomponenter som Forsvarsbygg har gjennomført tester på er vegger, tak og gulv som ikke kan kjøpes som ferdig klassifiserte produkter for de ulike sikringsklassene, men som må bygges på stedet.

2.4.2. Risikovurdering

For å oppnå tilstrekkelig sikring av en entitets verdier må det gjennomføres en risikovurdering. Her vil de tre aspektene som påvirker risikoen bli vurdert; verdien entiteten besitter og som skal beskyttes, trusselen entiteten står overfor og sårbarheten entiteten innehar (NSM, 2016).

Verdivurdering

Først gjennomføres det en verdivurdering for å identifisere hvilke verdier entiteten besitter og konsekvensene for virksomheten om disse blir skadet, tilintetgjort eller kommer på avveie. Det er viktig at virksomheten har et bevisst forhold til de verdiene den disponerer eller eier, samt hva disse verdiene representerer, hvor de er plassert og hvordan de skal sikres (NS 5834:2016).

Trusselvurdering

Videre må det gjennomføres en trusselvurdering. Her skal potensielle trusselaktører identifiseres. Aktørenes kapasitet, intensjon, tilstedeværelse og tidligere historikk og fremtidige mål/planer kartlegges. Videre skisseres ulike angrepsscenarioer basert på trusselaktør, verdi og sårbarhet (NS 5834:2016).

Sikringshåndboka deler trusler inn i fire kategorier; terrorisme, etterretning, sabotasje og kriminalitet. Videre er det definert fire nivåer med trusselaktører; Alfa, Bravo, Charlie og Delta. Trusselaktør tillegges et av disse nivåene med bakgrunn av deres organisering, motiv, erfaring, verktøy og hvilke metoder de bruker når de arbeider (NKSB, 2016).

Alfa-aktør er den minst alvorlige typen trusselaktør. Aktøren består ofte av enkeltpersoner med irrasjonelle tanker. De kan ha politisk motiv og ønsker å skape nasjonal oppmerksomhet rundt en sak, skaffe penger eller lettomsettelige varer. Vedkommende har lite eller ingen erfaring i gjennomføringen av aksjonen. Aktøren har lite avansert våpen/verktøy og bruker åpne kilder og lite planlegging i forkant av aksjonen (NKSB, 2016).

Bravo-aktør er en mer alvorlig trusselaktør. Aktøren består av en eller flere personer og kan tilhøre ikke-statlige-grupper. De kan ofte ha like motiver som en Alfa-aktør. Har lite erfaring, men kan ha kunnskap fra tidligere kriminell virksomhet. Verktøyene de benytter seg av består blant annet av hjemmelagde bomber, skyte-, stikk- og slagvåpen (NKSB, 2016).

Charlie-aktør er en alvorlig trusselaktør. Aktøren består av enkeltpersoner eller grupper inspirert av internasjonale grupper. De kan også være agenter fra fremmede makter eller godt organisert kriminelle. Motivet kan være å skape nasjonal oppmerksomhet rundt en sak eller ødelegge nasjonale symboler, ødelegge eller skade sivil kapasitet eller å skaffe betydelige pengesummer. Aktøren har lite erfaring i terrorisme men betydelig erfaring innenfor etterretning, sabotasjene og kriminalitet. De har tilgang på sprengstoff og skytevåpen, bredt sett av mekaniske verktøy samt avansert utstyr for avlytting. Dette er en aktør som gjør grundig forarbeid før aksjonen utføres (NKSB, 2016).

Delta-aktøren er den mest alvorlige trusselaktøren. Dette er en aktør som består av internasjonale organisasjoner, agenter fra statlig etterretningstjeneste eller militære spesialstyrker. Aktøren ønsker å skape stor internasjonal oppmerksomhet, destabilisering og frykt, skaffe sikkerhetsgraderte dokumenter, store økonomiske verdier eller ødelegge vital militær eller sivil kapasitet. De har bred erfaring og

kunnskap og har grundig opplæring før aksjonen gjennomføres. De har sprengstoff, alle typer verktøy og våpen samt det beste innen etterretningsutstyr. Delta-aktøren har gjort grundig forarbeid og har inngående kunnskap om objektet eller området som skal angripes. De ofrer gjerne eget liv (NKSB, 2016).

Videre vil denne oppgaven fokusere på Charlie- og Deltaaktørene som type trusselaktør. Dette er tenkt som de mest aktuelle trusselaktørene det sikres for i bygg som departementskontorer, museer og andre objekter det er vanlig å sikre.

Sårbarhetsvurdering

Neste steg i risikovurderingen er sårbarhetsvurderingen. Sårbarhetsanalysen hjelper virksomheten med å kartlegge svakheter i fysiske- og organisatoriske sikringstiltak. I eksisterende bygg kan sårbarhetsanalysen hjelpe å tilpasse sikringstiltak om bygget får ansvar for å sikre en ny verdi eller om trusselsituasjonen endres. For nye bygg etablerer sårbarhetsanalysen de endelige fysiske sikringstiltakene. For eksempel for å oppnå balansert sikring i et nytt bygg med riktig antall fysiske barrierer i egnet sikringsklasse (NKSB, 2016).

2.4.3. Responstid

En viktig del av planlegging av sikringstiltak i bygg er reaksjonsstyrkens responstid. Responstiden er avgjørende i prinsippet om balansert sikring og en dimensjonerende faktor i planlegging av tilstrekkelig fysisk sikring. Om responstiden til reaksjonsstyrken er lang, må motstanden i de fysiske barrierene være stor slik at en inntrenger forsinkes tilstrekkelig til å ikke nå frem til verdien før reaksjonsstyrken er på plass. Er responstiden kort kan sikringsklassene på de fysiske barrierene være lavere så lenge de utgjør nok motstand for å opprettholde balansert sikring.

Responstid inngår i en av de tre hovedfunksjonene til PPS; Response. Responstiden inkluderer i *prinsippet om balansert sikring* tiden det tar å verifisere en hendelse, varsle reaksjonsstyrken og for reaksjonsstyrken å rykke ut til hendelsesstedet. Politiet definerer responstiden som tiden det tar fra politiet mottar melding om en hendelse til første politienhet er på stedet (Politidirektoratet, 2017).

Et av de konkrete tiltakene 22. juli-kommisjonen foreslo var at politiet skulle ha tydelige krav til responstid (NOU 2012:14). På bakgrunn av dette begynte politiet å sette krav til responstid i 2015. Det er kun for hasteoppdrag at det stilles krav om responstid. Dette gjelder ekstraordinære hendelser og/eller hendelser der liv er direkte truet (Politidirektoratet, 2017). De nasjonale resultatene for politiets responstid 2017 viser at for tettsteder med mer enn 20 000 innbyggere var responstiden 7 minutter i halvparten av hasteoppdragene og 11 minutter eller kortere i 80% av hasteoppdragene. For Oslo politidistrikt var dette henholdsvis 7 og 10 minutter, begge innenfor kravene.

3. Metode

Forskningsmetoden definerer fremgangsmåten for hvordan forskningsspørsmålene skal besvares og belyser videre problemstillingen for oppgaven.

3.1. Forskningsmetode

3.1.1. Valg av forskningsmetode

Ettersom problemstillingen er lite belyst i offentlig publisert forskning og det ikke finnes noen klare hypoteser var kvalitativ metode en aktuell innfallsvinkel (Ayiro, 2012). Gjennom intervjuer kunne en fått frem konkrete eksempler og erfaringer for å få en helhetlig forståelse av hvordan sikringskostnader blir påvirket av endret responstid. Likevel ble dette en mer usikker vei å gå i valg av metode. De fleste objekter som har krav til sikring er unike. Dette er også ofte objekter hvor prosjektkostnader og spesifikasjoner av den fysiske sikringen er unntatt offentligheten. Å velge denne metoden innebar en usikkerhet i innhenting av relevant data som videre kunne gjøre det vanskelig å svare på forskningsspørsmålene.

Problemstillingen som skal belyses vil måle fysiske sikringstiltak opp mot organisatoriske sikringstiltak i et kost-/nytte perspektiv. For å kvantifisere kostnad opp mot nytteverdien ble det valgt en kvantitativ forskningsmetode. Kvantitativ analyse er en analyse av data i tallform. Denne metoden brukes for å trekke deskriptive slutninger som igjen kan påvise sammenhenger mellom forskjellige variabler (Dahlum, 2017).

Hva koster sikring og hva påvirker kostnaden for fysisk sikring? Kostnader som vanligvis inkluderes i et byggeprosjekt som ikke skal sikres er ikke spesielt relevant i denne sammenheng, det er derimot tilleggskostnaden for å sikre bygget. Derfor er kostnads*endringer* i fokus for å belyse problemstillingen og svare på forskningsspørsmålene.

Objekter som bygges med fysisk sikring er som regel unike. Både bygg som sikres etter sikkerhetsloven og andre. Eksempler på slike bygg er departementskontorer, kongelige residenser, museer, bygg for annen samfunnskritisk virksomhet og bygg for Forsvaret. Det er et stort spenn i utforming av type bygg innenfor disse bygningskategoriene. Det er også stor variasjon av hva verdien som skal sikres er. Dette kan være personer, dataservere, dokumenter, informasjon, utstyr eller kritisk infrastruktur. For bedre å kunne belyse oppgavens problemstilling og ikke bare noen få spesifikke eksempler, ble det valgt å ta utgangspunkt i en casestudie for å behandle den kvantitative dataen. En casestudie kan gjennom generalisering av resultatene være sentralt for videre vitenskapelig utvikling på temaet (Flyvbjerg, 2006).

3.1.2. Gjennomføring av forskningsmetode

Det ble valgt å gjennomføre et casestudie som kombinerte en kvantitativ analyse av kostnadsendringer sammen med kvalitativ dialog for å skape rammene for analysen. En casestudie tar ofte for seg flere datainnsamlingsmetoder og kan for eksempel brukes for å illustrere et bestemt fenomen og var derfor passende for belyse oppgavens problemstilling (Samset, 2014).

I denne oppgaven er casen som skal studeres definert spesielt for oppgaven. Med *prinsipp om balansert sikring* lagt til grunn ble det laget en modell for å vurdere kostnadsdimensjonen for forskjellig grad av sikring av tre eksempelbygg. Eksempelbyggene ble utviklet etter faglige innspill fra biveiledere i ÅF Advansia, og gir forskningsmetoden en viktig kvalitativ dybde.

For alle eksempelbyggene ble det etablert et nullalternativ. Nullalternativet tilsvarer et vanlig kontorbygg uten krav til sikring. Kostnadene som analyseres er tilleggskostnaden fra nullalternativet til et sikrere bygg og kostnadsforskjellen mellom alternativer med ulik grad av sikring. Eksempelbyggene er videre beskrevet i kapittel 4. Modellen som brukes i kostnadsanalysen er omtalt i kapittel 5.

Det ble også gjennomført følsomhetsanalyser for å vurdere konsekvensene av hvordan endrede data kan påvirke resultatene. En følsomhetsanalyse gjennomføres

med antagelser om data som er annerledes enn i primæranalysen. Gjennom følsomhetsanalysen kan man få svar på hvordan resultatene endres om en bruker andre antagelser for datagrunnlaget. På denne måten kan en sjekke robustheten til resultatene. Følsomhetsanalysen er viktig for å forstå resultatene fra primæranalysen og de elementer som påvirker den mest (Chin & Lee, 2008).

3.2. Relabilitet og validitet

Data for kostnader hentes inn direkte fra leverandører av sikkerhetsdører, Boon Edam, Daloc og Mil Sec. Mil Sec er en stor leverandør av fysiske sikringsløsninger og har kunder hos blant annet departementer, banker og politi (Mil Sec). Norsk Prisbok er en oppdatert prisdatabase som viser prisinformasjon for de ulike bygningsdelene som er involvert i et byggeprosjekt. Prisene oppdateres to ganger i året og følger den kontinuerlige utviklingen i byggebransjen (Norsk Prisbok).

Kostnadene er hentet fra pålitelige kilder og er i stor grad relevante. Det må likevel tas hensyn til at det er budsjettpriser som er benyttet i oppgaven, dette skaper en usikkerhet rundt kostnadene og validiteten i forhold til de faktiske prisene. Denne usikkerheten vil bli videre belyst i følsomhetsanalysen.

3.3. utfordringer

Med utgangspunkt i sikringsklassene Forsvarsbygg har etablert, er det valgt sikkerhetsdører og vegger avhengig av hvilken funksjon de har i bygget og definert sikringsklasse. For å kunne generalisere og sammenligne kostnader er det tatt utgangspunkt i en type dør for hver funksjon og for hver sikringsklasse. I realiteten vil det være mulig å velge dører fra flere forskjellige leverandører avhengig av dimensjonering for antall ansatte, estetikk og tekniske installasjoner.

Sikringshåndboka beskriver sammensatte vegger for sikringsklasse 1 til 6. For hver sikringsklasse er det beskrevet oppbygging av veggen for å få tilstrekkelig motstandsevne for sikringsklassen. Det er i denne oppgaven tatt utgangspunkt i disse beskrivelsene. Den sammensatte veggen i sikringsklasse 3 tilsvarer

oppbyggingen av en vanlig sammensatt vegg. Oppbygging av vegger for sikringsklasse 1 og 2 er derfor ikke spesifisert. Sikringsklasse 3 for vegger er dermed det laveste nivået som er benyttet i oppgaven. Kostnadene knyttet til disse veggene er en del av nullalternativet

Å beregne inntrengersens bevegelsestid har også vært spesielt utfordrende. Bevegelsestiden vil i stor grad avhenge av den individuelle inntrengers fysiske kapasitet som kan sees i sammenheng med nivå på trusselaktør, samt hvor mye og hvor tungt utstyr som skal fraktes og benyttes i angrepet. Det er derfor tatt utgangspunkt i pålitelige kilder og belyst usikkerhetene rundt dette i følsomhetsanalysen.

4. Eksempelbygg

4.1. Bakgrunn

Eksempelbyggene er utviklet etter faglige innspill og tilbakemeldinger fra biveiledere Toralf Hystad og Alf Morten Nøstvold i ÅF Advansia. Begge har lang erfaring med rådgiving for fysisk sikring av bygg med bakgrunn fra blant annet Forsvarsbygg og COWI.

Eksempelbyggene inneholder én eller flere verdier som skal sikres. Bygget kan ha flere ulike funksjoner. Dette kan være museum, departementskontor eller andre bygg som etter sikkerhetsloven er pålagt å sikres.

Med utgangspunkt i departementskontorer er det sett på dagens eksisterende bygningsmasse samt planlagt bygningsmasse for å estimere et realistisk areal for eksempelbygget. Høyblokka i regjeringskvartalet hadde et bruttoareal (BTA) på 19 442 m², G-blokken hvor Finansdepartementet holder til har et BTA på 16 879 m² (Metier et al., 2013). Eksempelbyggene er utarbeidet med et totalt BTA på 10 000 m². Statsbyggs norm for arealbruk i bygg foreslår at hver ansatt skal utgjøre maks 23 m² BTA (Regjeringen, 2015). Med 20 m² BTA pr. ansatt vil bygget på 10 000 m² være dimensjonert for 500 ansatte.

4.2. Oppbygging av eksempelbyggene

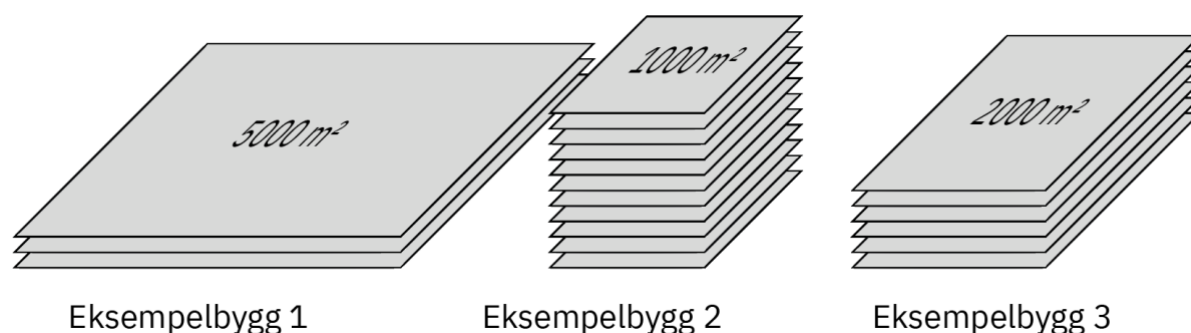
Eksempelbyggene er utformet på en måte som gjør de generelle nok til at analysene i oppgaven vil kunne overføres til andre tilsvarende prosjekter i fremtiden, men også spesielle nok til at man kan hente konkrete resultater fra analysene. Plassering av bygget vil ikke påvirke resultatene, da det er responstiden som endres. Oppgaven analyserer både kort og lang responstid.

For eksempelbyggene er det etablert et nullalternativ. Dette er et alternativ hvor eksempelbygget ikke har noen krav til sikring. Planløsningen vil alltid være det samme, men de fysiske barrierene i veggene og dørene vil tilsvare vanlig vegger og kontordører [Appendiks A – Eksempelbygg 1, plantegning, Appendiks B – Eksempelbygg 2, plantegning og Appendiks C – Eksempelbygg 3, plantegning] Kostnadene for å øke sikringsklassene til vegger og dører er det oppgaven vil evaluere.

Tabell 4-1 Sammenheng i oppbygning mellom de tre eksempelbyggene

| Informasjon | Eksempelbygg 1 | Eksempelbygg 2 | Eksempelbygg 3 |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Areal totalt (m ²) | 10 000 | | |
| Areal pr. etasje (m ²) | 5 000 | 1 000 | 2 000 |
| Etasjer | 2 | 10 | 5 |
| Areal trapperom (m ²) | 50 | 500 | 250 |
| Areal resepsjon (m ²) | 112,5 | | |
| Areal sikkerhetsrom 1 (m ²) | 225 | | |
| Areal sikkerhetsrom 2 (m ²) | 25 | | |

Eksempelbygg 1 består av to etasjer á 5000 m², eksempelbygg 2 består av ti etasjer á 1000 m² og eksempelbygg 3 av fem etasjer á 2000 m² [Tabell 4-1 og Figur 4-1]. Dette for å belyse forskjell i innbruddstid og kostnad for sikring av høye bygg sammenlignet med lave.



Figur 4-1 Sammenheng i areal pr. etasje og høyde mellom de tre eksempelbyggene

Byggene er konstruert på bakgrunn av prinsippet med sikring i dybden, hvor verdien er plassert bak flere lag med fysisk sikring. Alle byggene består av den samme planløsningen og har de samme fysiske barrierene [Tabell 4-2]. De fysiske barrierene

illustrerer sikringen av én verdi. I kostnadsanalysen blir det vurdert hvordan kostnadene endres om det er flere sikkerhetsrom, samt størrelsen på disse.

Tabell 4-2 Oversikt over de fysiske barrierene i eksempelbyggene, hvor de er plassert og hvilke funksjon de har

| Fysisk barriere | Eksempelbygg 1 | Eksempelbygg 2 | Eksempelbygg 3 | Dør | Vegg |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 1 etg | 1 etg | 1 etg | Inngangsdør | Sammensatt yttervegg |
| | 2 etg | 2 -10 etg | 2 - 5 etg | | Sammensatt yttervegg |
| 2 | 1 etg | 1 etg | 1 etg | Sluse | Sammensatt innervegg |
| 3-1 | 1 etg | 1 etg | 1 etg | Branndør til trapperom | Massivvegg i betong |
| 3-2 | 2 etg | 10 etg | 5 etg | Branndør til trapperom | Massivvegg i betong |
| 4 | 2 etg | 10 etg | 5 etg | Sikkerhetsdør 1 | Sikkerhetsvegg 1 |
| 5 | 2 etg | 10 etg | 5 etg | Sikkerhetsdør 2 | Sikkerhetsvegg 2 |

4.3. Dører

Kostnad for dører er hentet inn direkte fra Mil Sec. Dette er en stor leverandør av fysiske sikringsløsninger for offentlige og private aktører. Prisene som benyttes er oppgitt som budsjettpriser og inkluderer også montering. I tillegg er det hentet inn kostnad på dører fra Boon Edam og Daloc. Avhengig av funksjonen til døren og dimensjonerende bruk er det valgt realistiske alternativer til hver dør i forskjellige sikringsklasser. For noen dører vil dette gi flere alternativer. For eksempel vil dørene i sikkerhetsrom type 1 og 2 kunne tilfredsstille dører i sikringsklasse 1, 2, 3, 4 og 5. Det er kun valgt standarddører i analysen. I bygg med spesielle krav til sikkerhet kan det være aktuelt å bestille spesialdører tilpasset byggets funksjon eller arkitektur. I tillegg til kostnadene for et spesialprodukt vil døren også utløse krav om en egen sertifisering om de er utenfor standard. Da dette vil føre til sterke prisavvik mot dører i standardformat vil det ikke brukes noen spesialdører i analysen.

4.4. Vegger

Kostnad for vegger er basert på Forsvarsbyggs sikringshåndbok (NKSB, 2016). Her er det definert oppbygning av vegger i de ulike sikringsklassene. Det er hentet inn budsjettkostnader på elementene som inngår i en løpemeter vegg for hver

sikringsklasse. Kostnadene er i hovedsak hentet fra Norsk Prisbok med unntak av stålplater hvor dataen er hentet fra Norsk Stål. Kostnadene inkluderer materialkost samt montering. I bygget er det fem forskjellige typer vegger. Yttervegg, vegg i resepsjon, vegg til trapperom og veggene til sikkerhetsrom 1 og 2. Veggene til trapperom er massivvegg i betong, mens resten av veggene er sammensatte vegger. Ettersom det kun er kostnadsøkningen fra et nullalternativ som vurderes vil flere kostnader som påløper i forbindelse med et nytt bygg utgå. En betongvegg med 200 mm dobbelarmert betong er klassifisert til sikringsklasse 6 (NKSB, 2016). Siden dette vil være et minimum i trapperommet uavhengig av sikkerhetsgrad er det ikke nødvendig å regne på kostnadsøkning for denne type vegg da den er tilfredsstillende uansett scenario.

4.5. Tak

Tak er regnet som «den femte vegg» og er estimert ut fra den samme oppbyggingen som veggene. Sikringshåndboka viser til at tak, gulv og dekker skal ha minst samme innbruddsmotstand som vegger, men spesifiserer ikke videre hvordan disse eventuelt skal bygges opp. Å beregne egne kostnader for tak i stedet for å forenkle det som «den femte vegg» ville nok gitt noe endrede resultater, men ettersom det ikke er konkrete krav til sammensetningen av tak ble denne forenklingen gjort.

4.6. Bevegelsestider

I tillegg til tiden det tar å bryte seg *gjennom* de fysiske barrierene vil inntrengeren bruke tid på å bevege seg *mellom* barrierene. Her er det ingen standardtider som er åpent tilgjengelig for de forskjellige trusselaktørene.

Det er to forskjellige hastigheter som må fastslås:

1. Hastigheten en inntrenger bruker på å bevege seg horisontalt mellom barrierene.
2. Hastigheten en inntrenger bruker på å bevege seg i trapper.

Hastigheten horisontalt vil sterkt avhenge av de fysiske egenskapene til inntrengeren. Det er trusselaktørene Charlie og Delta som er relevante for denne oppgaven. Forsvarets fysiske minstekrav for feltoperatør er brukt som utgangspunkt. Det stilles krav om at søker må gjennomføre et pakningsløp på 7 km med en 22kg tung pakning på under 49 minutter (Forsvaret, 2015). Dette tilsvarer en gjennomsnittsfart på 8,57 km/t, eller 2,38 m/s. Den horisontale bevegelsen i bygget vil naturligvis ikke tilsvare 7 km. De fysiske egenskapene til inntrenger kan tilsi at vedkommende kan bevege seg enda raskere enn Forsvarets krav. Til tross for grundig planlegging vil det være en usikkerhet for inntrenger å ta seg inn i et nytt og ukjent objekt. Dette kan påvirke bevegelseshastigheten til inntrenger under angrepet. Samtidig kan utstyret som brukes og fraktes gjennom bygget være over eller under 22 kg. I følsomhetsanalysen vil utslag for tregere og raskere horisontal bevegelse belyses.

For bevegelseshastighet i trapper tas det utgangspunkt i en artikkel fra Centre of Transport Studies, University College of London (Fujiyama & Tyler, 2004). Her er hastigheten på løping i en trapp med stigning på 35 grader for en gruppe mennesker i aldersgruppen $34,5 \pm 12,7$ år evaluert. Resultatet ble $0,91 \pm 0,31$ m/s horisontal bevegelse. Ettersom inntrengeren med høy sannsynlighet har gode fysiske egenskaper tar oppgaven utgangspunkt i en hastighet i øverste del av intervallet og hastigheten 1,21 m/s

4.7. Forutsetninger

I analysen av kostnads- og responstidsendring for eksempelbyggene er det lagt til grunn flere forutsetninger.

4.7.1. Konstruksjon og fysiske barrierer

Det er i eksempelbyggene kun evaluert kostnadsendringer for dører og vegger. Det forutsettes at alle barrierene er montert riktig, er operative og har gjennomgått nødvendig vedlikehold. Byggene er forenklet til å ikke ha en rominndeling utover de relevante rommene som vurderes i analysen. Dette fordi det gjør analysen mer

komplisert ved at det ikke bringer relevante bidrag da det kun er kostnadsforskjellen som evalueres.

Det er av samme grunn heller ikke tatt hensyn til tomtkostnad, VVS, bæresystem, elektriske installasjoner osv. Bygget forutsettes også tilstrekkelig sikret med perimetersikring og det er ikke tatt hensyn til beskyttelse mot bilbomber eller andre eksplosiver utenfra.

Eksempelbygget er definert uten vinduer. Det er et lovpålagt krav om dagslys i kontorbygg og sikkerhetsvinduer kan utgjøre en betydelig kostnadsøkning i høyere sikringsklasser. I denne oppgaven vil kostnader til vinduer i yttervegger og glass i innervegger ikke bli vurdert i kostnadsanalysen.

Funksjonalitet for brukerne av bygget er også tatt hensyn til. Derfor er den høyeste sikringsklassen inn til trapperom valgt til sikringsklasse 3. Er sikringsklassen høyere enn dette begynner dørene å bli veldig tunge og upraktiske dersom de skal benyttes i en normal situasjon av byggets ansatte.

Det er alltid den mest sårbare veien inn til verdien som blir den dimensjonerende. Selv om andre alternative ruter inn i bygget ikke direkte er tatt hensyn til i modellen er de likevel vurdert i utarbeidelsen av eksempelbyggene. Å bryte seg gjennom andre etasje vil kreve at inntrengere benytter en stige eller tilsvarende og med tunge verktøy bryter seg inn i vegg. Denne vegg er allerede i sikringsklasse 3, men vil også ha en fasade som ytterligere kommer til å øke motstand mot innbrudd. I tillegg må inntrenger vurdere usikkerhetene som oppstår ved å bryte seg inn fra utsiden av bygget i full åpenhet. At inntrenger kan lande med helikopter på taket kan motvirkes ved å gjøre det umulig å lande på taket. En kan også flytte verdiene vekk fra øverste etasje og utnytte barrierene i trapperom.

Objekteier kan i realiteten ha flere verdier som skal sikres på flere forskjellige nivåer. Det å kun isolert sett se på en verdi som målet for en trusselaktør er en forenkling. I virkeligheten kan verdien være hovedmålet, men en trusselaktør kan gjøre mye skade på vei til denne verdien. Både når det kommer til sabotasje og skade av andre verdier eller eiendom men også ta liv eller skade mennesker på vei til verdien. Denne

problemstillingen er ikke belyst i oppgaven og det er forenklet til at trusselaktør kun skal bryte seg inn til verdien. Problemstillingen vil forøvrig bli mindre viktig ved en kortere responstid fra reaksjonsstyrken.

4.7.2. Innbrudds- og responstid

Det forutsettes at inntrenger blir detektert med en gang de bryter seg inn i bygget og at situasjonen blir verifisert og reaksjonsstyrken varsles. Inntrenger og reaksjonsstyrke beveger seg gjennom bygget og i trapper med konstant og samme hastighet. Analysen tar hensyn til to ulike scenarier for trusselaktøren. I scenario 1 skal trusselaktør bryte seg inn og ødelegge en verdi eller ta livet av en person, f.eks. terror i et departementskontor. I scenario 2 skal trusselaktøren inn og stjele en verdi og ta den med seg ut av bygget, for eksempel tyveri på et museum. I scenario 1 er det tiden inntrenger bruker inn til verdien i bygget som brukes i analysen. I scenario 2 vil bevegelsestiden inn til verdien, og ut igjen brukes i analysen. Situasjoner som er aktuelle for denne oppgavens problemstilling er sabotasje av objekter, tyveri av informasjon, gisselsituasjon/attentat og tyveri av verdier.

4.7.3. Sikringsklasser

Gjennombrytningstiden for dører og vegger forutsettes å tilsvare innbruddstidene Sikringshåndboka har definert for hver respektive sikringsklasse.

4.7.4. Kostnadsanalysen

Det er kostnadsforskjellen mellom et nullalternativ hvor det ikke er stilt krav til sikring og kostnaden for å sikre dører og vegger i de forskjellige sikringsklassene som vurderes. Kostnader for montering av dører og vegger er også med i analysen da dette i høye sikringsklasser kan utgjøre en betydelig del av totalkostnaden.

Kostnadene som er vurdert i denne oppgaven er kun kostnadsendringene for vegger og dører. Disse utgjør de største kostnadene for fysisk sikring i bygg. I tillegg til dette vil kostnader for mva., byggeledelse, prosjektering og usikkerhet gjøre kostnadene høyere. Det er heller ikke tatt hensyn til at det å bygge de forskjellige nullalternativene av eksempelbygg 1, 2 og 3 kan variere i kostnad. Om responstiden

kan reduseres ved å plassere for eksempel en politipost i nærheten av byggene, er kostnaden for etablering og drift av denne noe som ikke nødvendigvis påvirker kostnadene for bygget isolert, men samfunnsøkonomisk må noen også bære den kostnaden.

5. Modell

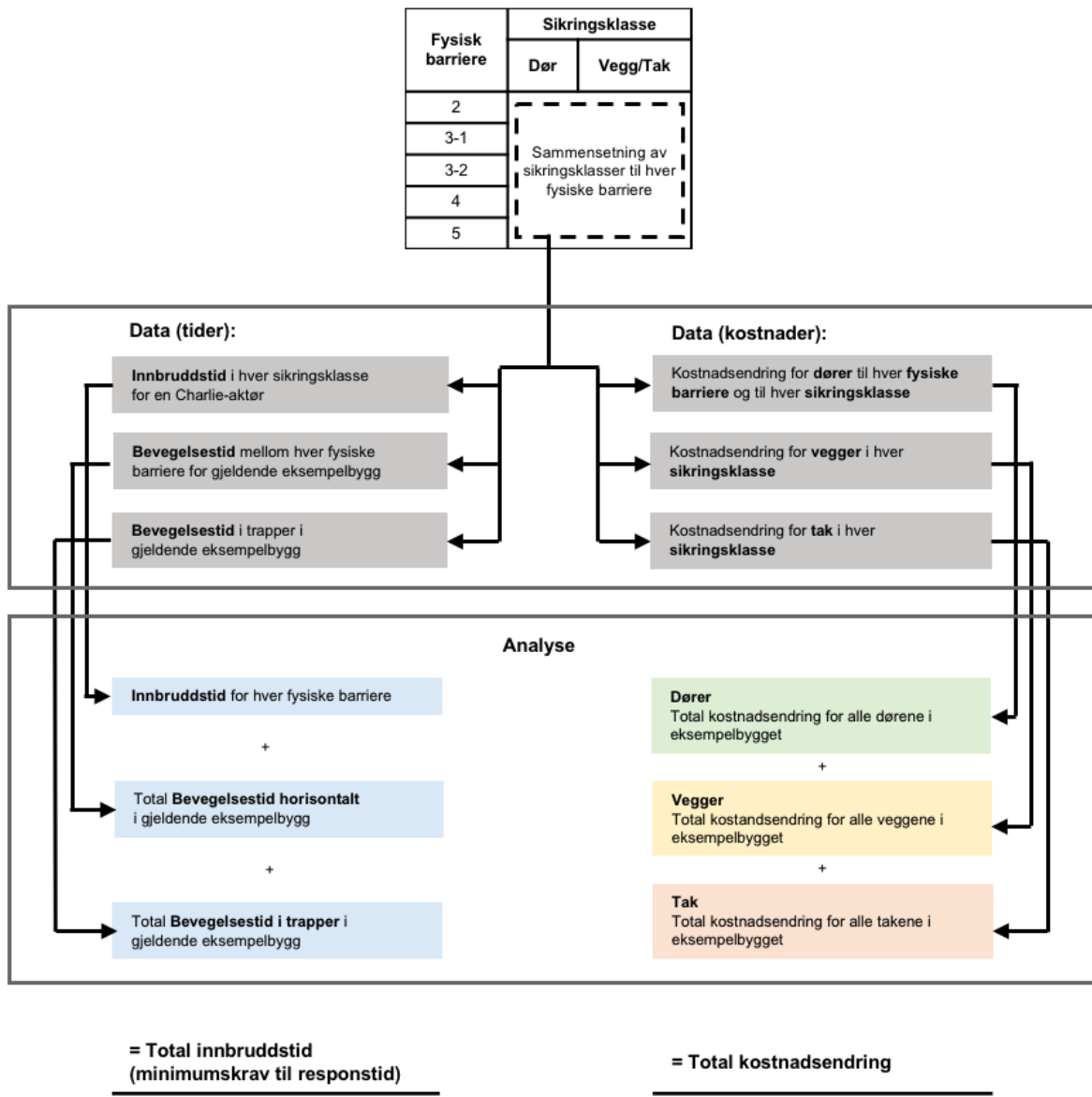
Dette kapittelet forklarer hvordan modellen som gjennomfører kostnadsanalysene er bygget opp, hvilke forutsetninger som er gjort for modellen og hvilke data den behandler. Til slutt presenteres kostnadsanalysen som gjennomføres i oppgaven.

5.1. Oppbygning

Modellen som brukes for å gjennomføre kostnadsanalysene er utarbeidet i Excel [Appendiks G – Elektronisk vedlegg]. Modellen brukes for å hente ut kostnadsendringer basert på sammensetningen av de fysiske barrierene, hvilken sikringsklasse barrierene innehar, areal av bygget som skal sikres og antall rom som skal sikres. Alt med bakgrunn i endret responstid.

Det er endring av sikringsklasser for de fysiske barrierene som fører til endringer i kostnader og innbruddstid. Avhengig av scenario og eksempelbygg velges det sammensetninger av sikringsklasser [Figur 5-1]. Først med kombinasjonen av sikringsklasser som gir lavest kostnadsendring. Videre økes sikringsklassene og det velges den sammensetningen som fører til lavest kostnadsendring helt til alle barrierene har høyest mulig sikringsklasse. Den korresponderende innbruddstiden for hver av sammensetningene av sikringsklasse føres inn sammen med tilhørende kostnadsendring.

Sikringsklasse for hver fysiske barriere korresponderer med en kostnadsendring mot nullalternativet for gjeldende bygningselement; dør, vegg og tak. Når sikringsklassen for en fysisk barriere endres vil kostnadsendringen for å oppnå den sikringsklassen bidra til den totale kostnadsøkningen. For dører legges denne kostnadsendringen til i den totale summen. For vegger multipliseres kostnadsendring pr. meter vegg med total vegg lengde, og tilsvarende for tak med totalt areal på rom som skal sikres.



Figur 5-1 Oversikt over av hvordan Excelmodellen bruker data og gitte forutsetninger for å regne ut total innbruddstid og kostnadsending

I noen alternativer i kostnadsanalysen er det flere rom som skal sikres og med forskjellig areal. For dører vil da dør inn til sikkert rom multipliseres med antall rom. Kostnadsending pr. meter vegg multipliseres med total vegg lengde og tilsvarende for tak med totalt takareal.

I disse analysene er modellen mer omfattende da både antall sikre rom og størrelsen på disse endres. Derfor er sammensetningen av sikringsklassene som fører til lavest kostnadsending valgt ut på forhånd [Tabell 5-1]. Modellen er bygget opp på samme

måte og de totale kostnadsendringene tar høyde for forskjellig areal på rommene og antall rom.

Tabell 5-1 Oversikt over sammensetning av sikringsklasser for hver barriere til modellen

| Reponstid | Barriere 2 | Barriere 3 1etg | Barriere 3 2 etg | Barriere 4 |
|-----------|------------|-----------------|------------------|------------|
| 4 min | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 min | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 8 min | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 10 min | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 12 min | 1 | 3 | 3 | 1 |
| 16 min | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 18 min | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 20 min | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 25 min | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 30 min | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 35 min | 3 | 3 | 3 | 5 |

Når rommene i første etasje skal sikres er det kun to fysiske barrierer. I modellen tas det her hensyn til at resten av rommene i etasjene over er lik som i nullalternativet og utnytter den eksisterende fysiske sikringen i bygget. Med responstid på 10 minutter eller mer er dette ikke lenger tilstrekkelig for rommene fra andre etasje og oppover. Derfor er det lagt inn en tilleggskostnad for å sikre disse tilstrekkelig nok til at det ikke er kortere innbruddstid til rommene i andre etasje og oppover sammenlignet med første etasje.

5.2. Forutsetning for modell

5.2.1. Kostnader

For kostnader er det hentet data på dører og vegger i aktuelle sikringsklasser for de forskjellige fysiske barrierene. Bygningselement, kostnad og kilde er beskrevet detaljert i Appendiks D – Kostnad for dører og Appendiks E – Kostnad for vegger/tak. For bevegelsestid er dette i Appendiks F – Innbrudds- og bevegelsestid.

Dører

Døren i barriere 1 er ikke tatt med i modellen. Bakgrunnen for dette er at det er forutsatt at angrepet skjer på dagtid og at inntrengere blir oppdaget når de bryter seg gjennom barriere 2 i resepsjonen.

Det er begrenset med sluse-systemer godkjent etter NS-EN 1627 og derfor er det to aktuelle dører for denne barrieren: en for nullalternativet i RC-klasse 1 og en i RC-klasse 3. Slusen er dimensjonert for å kunne betjene antall ansatte i eksempelbyggene, 500 personer. I barriere 3 er nullalternativet en branndør i brannklasse EI30 som er innenfor kravet for eksempelbyggene. (Direktoratet for byggkvalitet, 2017) Videre er det valgt dører med dette minimumskravet til brannklasse med høyere RC-klasser.

For barriere 4 og 5 som er siste barriere inn til verdi er det i nullalternativet tatt utgangspunkt i en normal dør i massivtre, og i RC-klassene over, sikkerhetsdører sertifisert etter NS-EN 1627.

Dørene til barriere 3, 4 og 5 er alle i samme dimensjon, 990 x 2023 mm. Alle dørene er inkludert montering og er uten mva.

Vegger

Nullalternativet består av sammensattvegg for barriere 1, 2 og 4. Denne tilfredsstillende krav til sikringsklasse 3. Det vil derfor få et utslag i kostnadsanalysen når den økes til SK4 eller SK5. Veggene i barriere 3 er massivvegg i betong, og har en sikringsklasse på minst 6 i følge Sikringshåndboka. Veggene er 4m høye.

Tak

Tak blir forenklet ved å bli sett på som den «femte vegg» og det tas derfor utgangspunkt i samme oppbygning som vegger.

5.2.2. Innbruddstider

Innbruddstiden avhenger av hver sikringsklassen for hver fysiske barriere. De er estimert ut fra en Charlie-aktør. Det hadde også vært aktuelt å se på innbruddstid for

en Delta-aktør, men disse er ikke offentlig tilgjengelige. Dette blir forøvrig belyst i følsomhetsanalysen.

5.2.3. Bevegelsestider

Hastigheten for horisontal bevegelse i etasjene og i trappene kombinert med avstanden i bygget er brukt for å vurdere tiden det tar å bevege seg gjennom de forskjellige byggene og mellom de fysiske barrierene. Denne tiden blir inkludert i modellen i scenario 2 for å analysere hvordan utformingen av bygget påvirker den nødvendige responstiden.

5.3. Kostnadsanalysen

Kostnadsanalysen er delt inn i tre deler. Den første delen tar for seg forskningsspørsmålet for hvordan sikringskostnader til bygg blir påvirket av endret responstid. Den andre delen tar for seg forskningsspørsmålet for hvordan kostnadsendringene utvikler seg avhengig av areal av et bygg som skal sikres. Den siste delen analyserer følsomheten av data som er brukt i analysen.

5.3.1. Del 1 – Hvordan sikringskostnader til bygg blir påvirket av endret responstid

Den første delen tar utgangspunkt i de tre eksempelbyggene og analyserer hvordan endret responstid påvirker kostnadene for fysisk sikring i to forskjellige scenarier.

Det første scenariet evaluerer en trusselaktør som har til hensikt å sabotere, ødelegge eller ta livet av en gjenstand eller person. Dette er en aktør som ikke nødvendigvis har til hensikt å forlate bygningen etter at oppdraget er fullført. Bevegelsestiden i bygget vil derfor ikke påvirke reaksjonsstyrkens responstid da reaksjonsstyrken også må bevege seg gjennom tilsvarende rute i bygget. Med bakgrunn i dette er derfor kun eksempelbygg 1 analysert i dette scenariet. Dette er fordi det gir samme resultatet som eksempelbygg 2 og 3 når bevegelse i bygget kan utelukkes da byggene ellers består av de samme fysiske barrierene.

Sammensetningen av kostnadsendringene og hvordan de fordeler seg mellom dører og vegger/tak avhenger av responstid. Dette vil også bli belyst i denne delen av kostnadsanalysen.

Det andre scenariet evaluerer en trusselaktør som har til hensikt å stjele en gjenstand eller informasjon. Dette er en aktør som har til hensikt å forlate bygget før reaksjonsstyrken ankommer bygget. Bevegelsestiden gjennom bygget, inn til verdien og ut igjen vil derfor påvirke responstiden til reaksjonsstyrken. I dette scenariet er derfor alle eksempelbyggene evaluert.

5.3.2. Del 2 – Hvordan kostnadsendringene utvikler seg avhengig av areal av et bygg som skal sikres

Den andre delen utvider analysen i del 1 til å se på andelen av bygget som skal sikre en verdi. For å forenkle er den siste fysiske barrieren fjernet, men prinsippet om balansert sikring gjelder fortsatt. I denne delen er det kun scenario 1 som vurderes.

Det finnes mange ulike typer rom i et bygg som kan sikre verdi. Slike rom kan være arkiv, datasenter, kontorer, møterom eller konferanserom. Dette er rom som kan variere stort i størrelse og det vil være naturlig at et bygg har flere av disse typene rom som skal sikres. For å belyse forskjellen i areal mellom rommene har det i analysen blitt brukt størrelser på 10 m², 50 m² og 100 m² for å vise forskjellen mellom å sikre flere og mindre rom mot færre og større.

Dersom første etasje i byggene skal sikres vil de fysiske barrierene kun bestå av resepsjonsvegg/sluse og dør/vegg inn til sikkert rom. Dette vil påvirke kostnadene til fysisk sikring for å opprettholde balansert sikring i bygget. I del 2 vil derfor rommene med verdi plasseres lengst opp i bygget. Når en høy andel av bygget skal sikres vil også første etasje benyttes og konsekvensene dette har for kostnadsendringene belyses.

5.3.3. Del 3 – Følsomhetsanalyse

Del 3 består av følsomhetsanalyser.

Her analyseres følsomhetene for endring i bevegelsestid for horisontal bevegelse og bevegelse i trapper. Videre vil konsekvenser av kostnadsendringer for kostnader belyses.

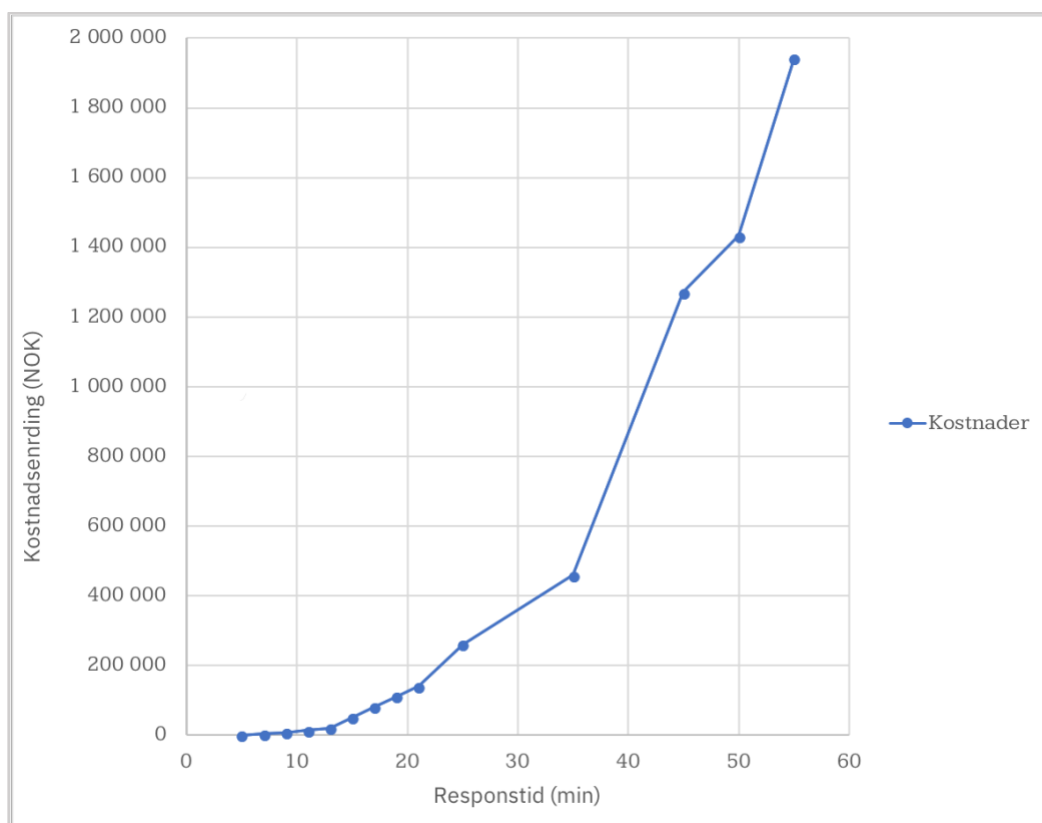
Sikringshåndboka publiserer ikke offentlig innbruddstider for den mest alvorlige trusselaktøren Delta. Derfor er det laget en følsomhetsanalyse som kartlegger hvordan hurtigere innbruddstid (i forhold til en Charlie-aktør) påvirker responstiden for å opprettholde balansert sikring.

6. Resultater

6.1. Del 1 – Hvordan sikringskostnader til bygg blir påvirket av endret responstid

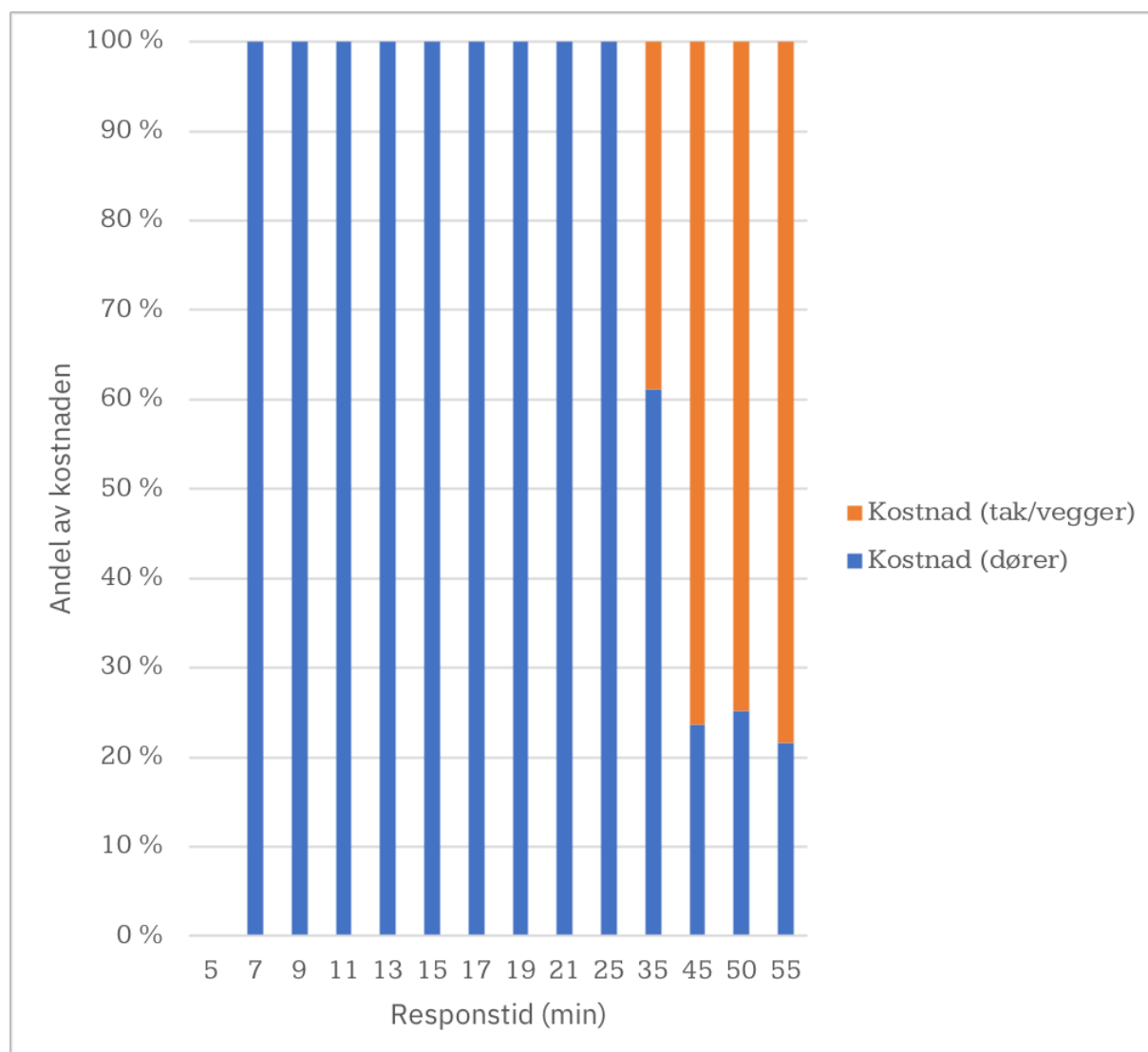
6.1.1. Scenario 1, eksempelbygg 1.

Kostnadsendringene øker relativt svakt frem til en responstid på 21 minutter. Dette er fordi opp til 21 minutter kan objekteier utnytte den eksisterende fysiske sikringen i bygningsmassen fra trapperom og yttervegger. Ved å øke sikringsklassen på dører vil den totale innbruddstiden økes uten en markant kostnadsendring. [Figur 6-1]. Når dørene har lik sikringsklasse som de eksisterende veggene rundt må sikringsklassen for både dører og vegger økes videre. Resultatene viser derfor også en kraftigere kostnadsendring etter 21 minutter når kostnadsendring for sikkerhetsvegger tas med i regnestykket.



Figur 6-1 Kostnadsendring for å oppnå balansert sikring ved endret responstid

Som nevnt over er det kun dører i høyere sikringsklasse som utgjør kostnadsendringene frem til 21 minutter responstid. Etter dette har dører og vegger nådd samme sikringsklasse og videre må både dører og vegger opp i sikringsklasse for å øke innbruddstiden. Da endrer kostnadssammensetningen seg og vegger/tak utgjør totalt en mye større del av de totale kostnadsendringene [Figur 6-2].



Figur 6-2 Sammensetning av kostnadsendring avhengig av responstid

Skal responstiden økes fra 5 minutter til 21 minutter gir dette en kostnadsøkning på 8 807 NOK pr. minutt i gjennomsnitt. Dersom responstiden økes fra 21 minutter til 55 minutter øker kostnadene i gjennomsnitt med 40 953 NOK pr. minutt [Tabell 6-1].

Tabell 6-1 Gjennomsnittlig kostnadsøkning pr. minutt responstid i intervall 5 - 21 min og 21 - 55 min

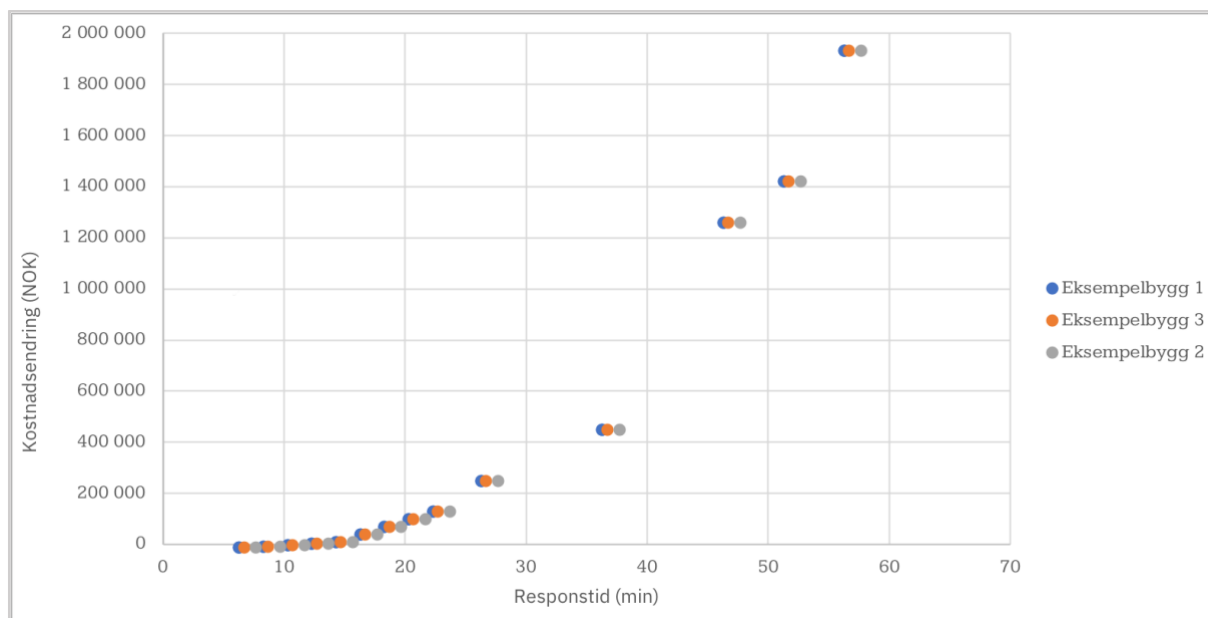
| Intervall | Økning i kostnader pr. minutt responstid | |
|-------------|--|--------|
| 5 - 21 min | NOK | 8 807 |
| 21 - 55 min | NOK | 40 953 |

6.1.2. Scenario 2, eksempelbygg 1 til 3

Eksempelbygg 1 vil ha marginalt kortere responstid for å opprettholde balansert sikring sammenlignet med eksempelbygg 2 og eksempelbygg 3 [Figur 6-3].

Til tross for forskjell i høyde og areal på hver etasje i de tre eksempelbyggene vil ikke dette i stor grad påvirke den totale innbruddstiden. I scenario 2 er bevegelsestiden inn til verdien og ut igjen vurdert.

Det er relativt liten forskjell i total innbruddstid for de tre forskjellige eksempelbyggene. Det er det laveste bygget, eksempelbygg 1 som har kortest innbruddstid. Dette fordi det kun er en trapp som skal bestiges. Det høyeste bygget, eksempelbygg 2, får den lengste innbruddstiden. Differansen mellom eksempelbygg 1 og 3 er 0,4 minutter og 1 minutt mellom eksempelbygg 3 og 2.



Figur 6-3 Kostnadsendring for å oppnå balansert sikring ved endret responstid, sammenligning mellom eksempelbygg 1 – 3

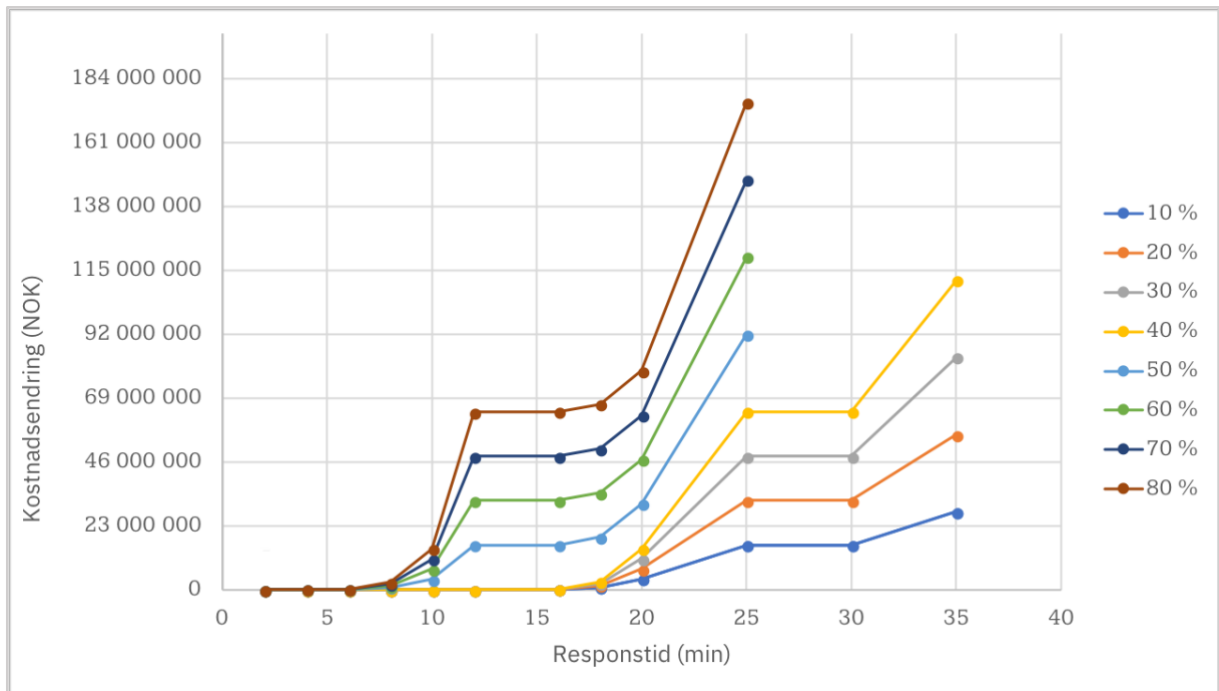
6.2. Del 2 – Hvordan kostnadsendringene utvikler seg avhengig av areal av et bygg som skal sikres

6.2.1. Eksempelbygg 1

For sikring av 10 – 40 % av eksempelbygg 1 benyttes andre etasje. Dette gir 4 fysiske barrierer for en inntrenger, som igjen kan variere i forskjellige sikringsklasser. For sikring av 50 – 80 % av eksempelbygg 1 benyttes både første og andre etasje. 40% i første etasje og 40% i andre etasje. Rommene som skal sikres i første etasje har to fysiske barrierer, da de to fysiske barrierene til andre etasje utgår.

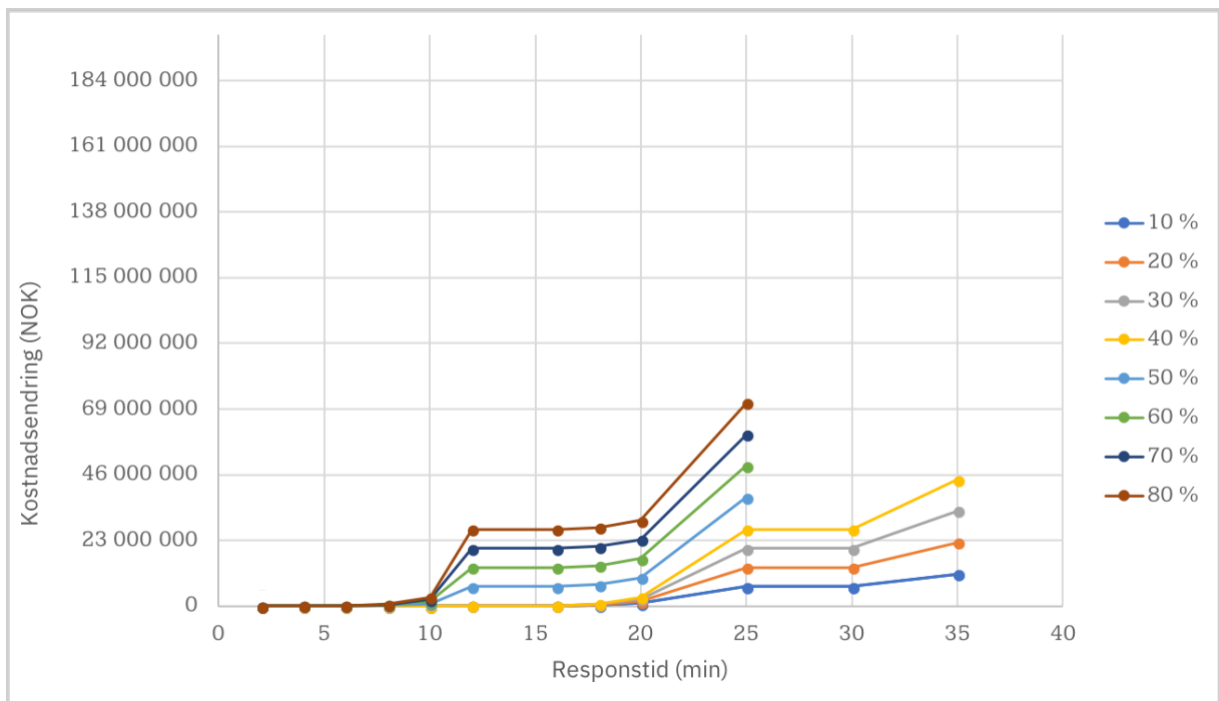
Tendensene i kostnadsutviklingen likner på observasjoner fra del 1. I starten er det relativt lite kostnadsøkning mens når dørene har oppnådd samme sikringsklasse som veggene rundt stiger kostnadsendringene betraktelig. Dette ses både når 10 – 40% av bygget skal sikres, men enda tydeligere når 50 – 80% sikres ettersom det her er færre fysiske barrierer [Figur 6-4]. Sikring av første etasje har også en maksimal innbruddstid på 25 minutter da dette er høyeste motstand de to fysiske barrierene kan motstå.

Ettersom det er et forskjellig antall fysiske barrierer når det skal sikres i andre etasje sammenlignet med første etasje, er det også tilsvarende forskjellig intervaller for responstiden. Dette er grunnen til at det på noen partier av grafen virker som det ikke skjer en kostnadsøkning.



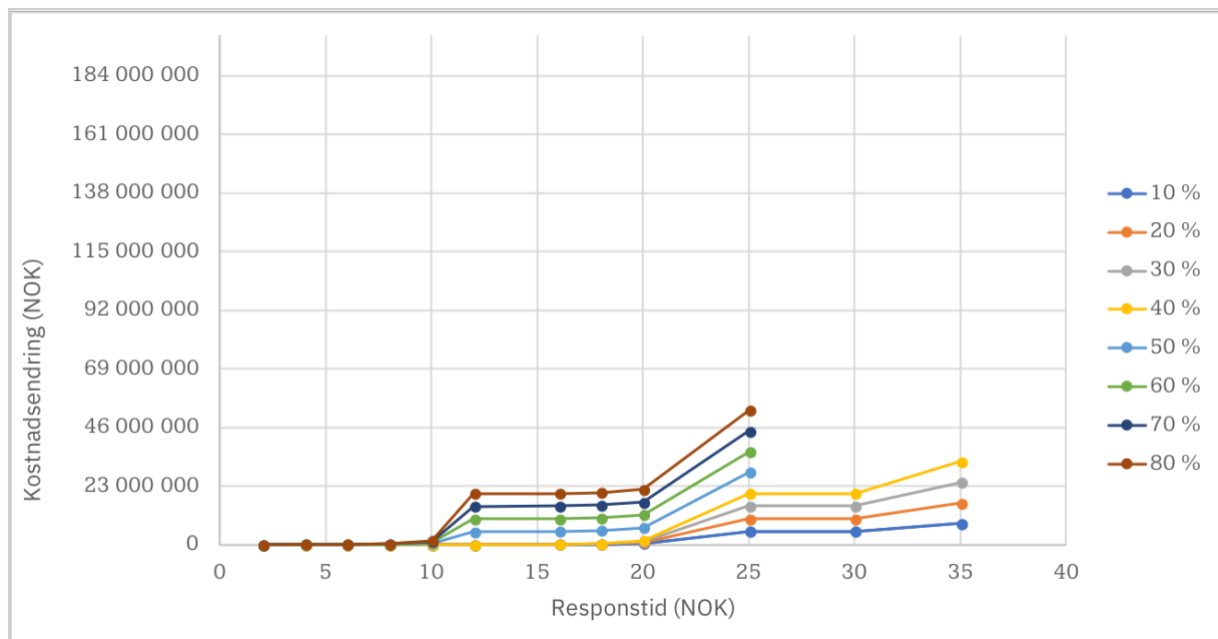
Figur 6-4 Kostnadsendring for eksempelbygg 1 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 10 m². Fra 50 til 80% sikring er 1. etg inkludert

Med verdier i eksempelbygg 1 fordelt på rom á 50 m² viser resultatene samme tendenser som i rom med 10 m² [Figur 6-5].



Figur 6-5 Kostnadsendring for eksempelbygg 1 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 50 m². Fra 50 til 80% sikring er 1. etg inkludert

Skal verdiene sikres i rom á 100 m² er det lik utvikling som sikring med rom á 10 m² og 50 m², men forskjellene mellom hvert arealintervall som sikres er mindre [Figur 6-6].

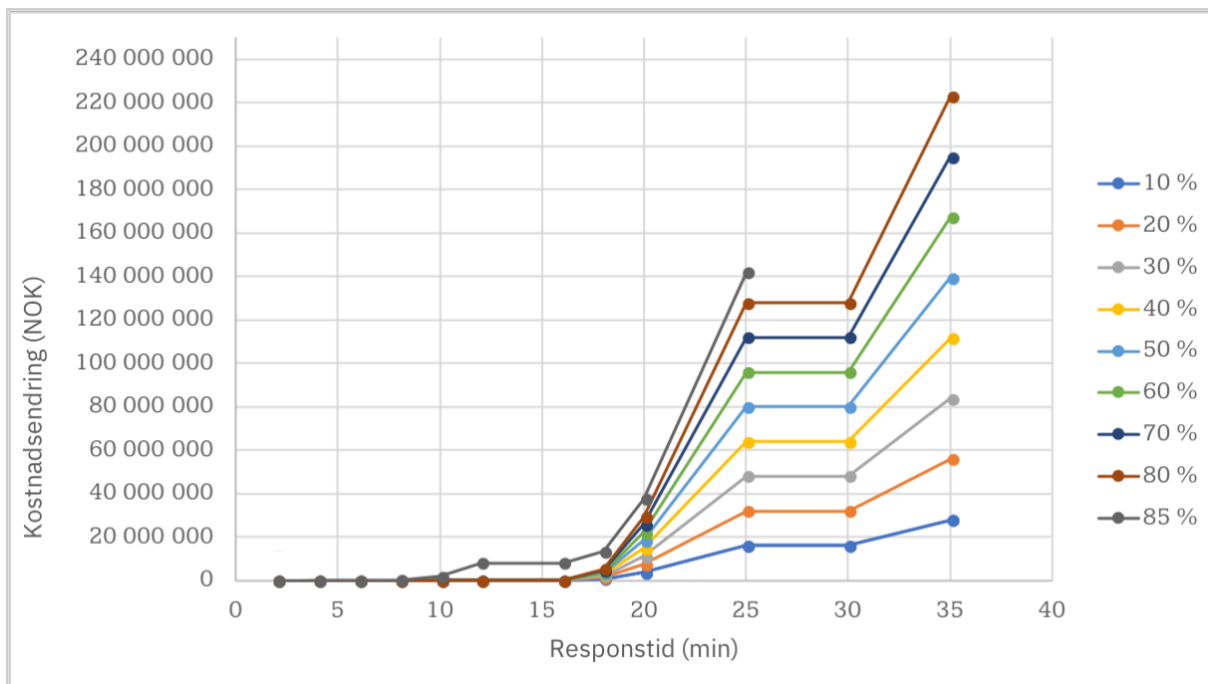


Figur 6-6 Kostnadsendring for eksempelbygg 1 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 100 m². Fra 50 til 80% sikring er 1. etg inkludert

6.2.2. Eksempelbygg 2

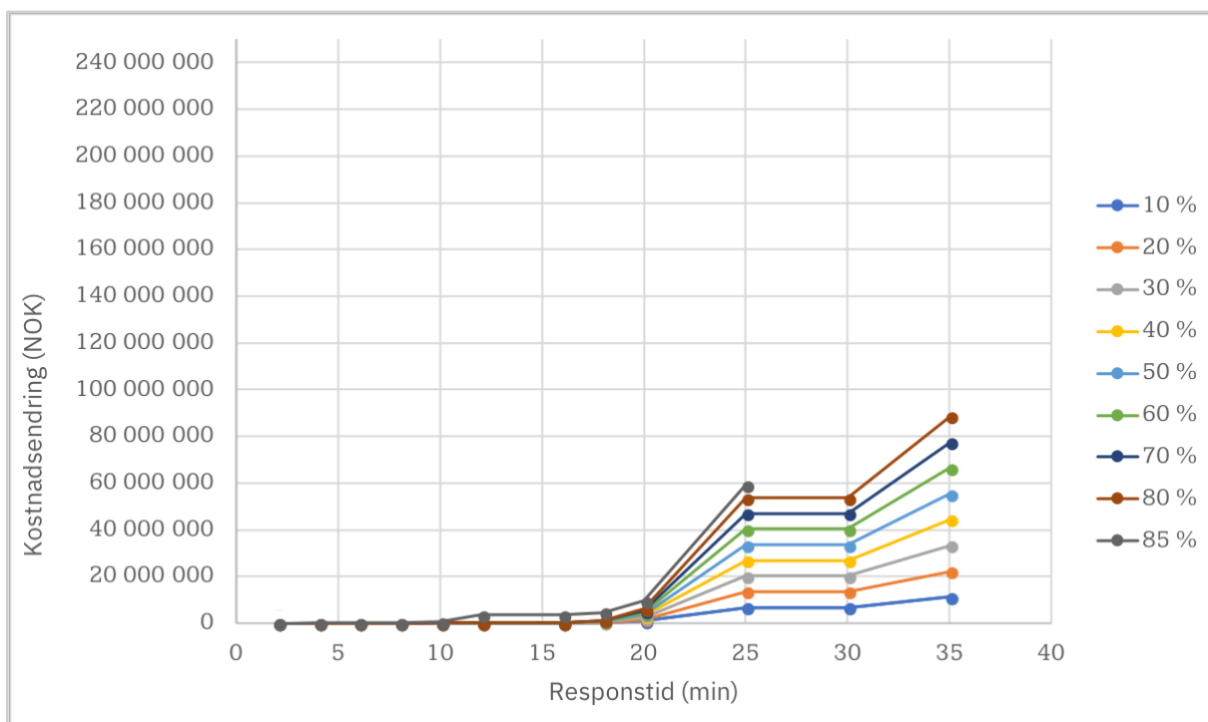
For sikring av eksempelbygg 2 som består av ti etasjer, vil 80% foregå fra andre etasje og oppover. Skal mer enn dette sikres benyttes første etasje. Dette er gjort med 5% da det ikke er plass til 10% sikring i hver etasje i dette bygget.

Kostnadsendringene som oppstår når andelen som skal sikres fordeles på rom á 10 m² holder seg på lavt nivå. Der er først når innbruddstiden og den korresponderende responstiden passerer 16 minutter kostnadsendringer øker tydeligere [Figur 6-7]. Etter dette er det fortsatt relativt lav kostnadsøkning fram til 20 minutter hvor den øker betraktelig. Forskjellen i kostnader på å sikre fra 80% til 85% er spesielt stor sammenlignet med forskjellen mellom de andre intervallene, første etasje har en begrenset innbruddstid på 25 minutter.



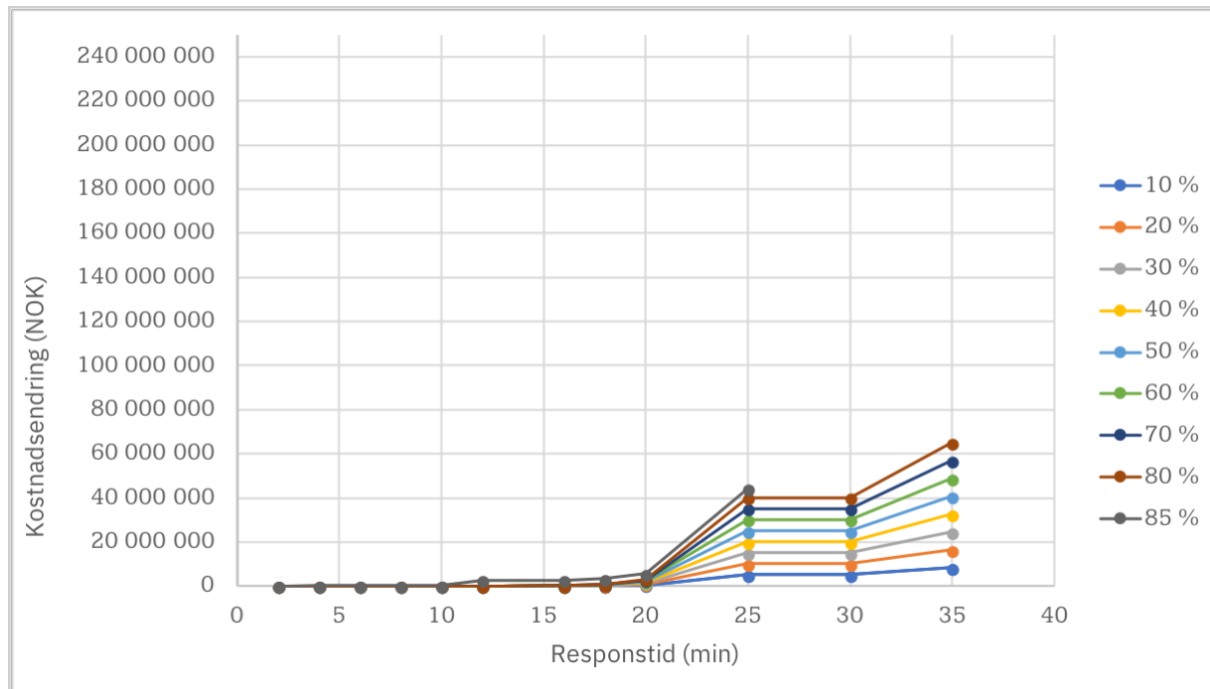
Figur 6-7 Kostnadsendring for eksempelbygg 2 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 10 m². For 85% sikring er 1. etg inkludert

Med verdier i eksempelbygg 2 fordelt på rom á 50 m² viser resultatene samme tendenser som med rom á 10 m², men mindre forskjell mellom arealandelene som sikres [Figur 6-8].



Figur 6-8 Kostnadsendring for eksempelbygg 2 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 50 m². For 85% sikring er 1. etg inkludert

Skal verdiene sikres i rom á 100 m² er det lik utvikling som sikring med rom á 10 m² og 50 m², men forskjellene er enda mindre [Figur 6-9].



Figur 6-9 Kostnadsendring for eksempelbygg 2 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 100 m². For 85% sikring er 1. etg inkludert

6.2.3. Eksempelbygg 3

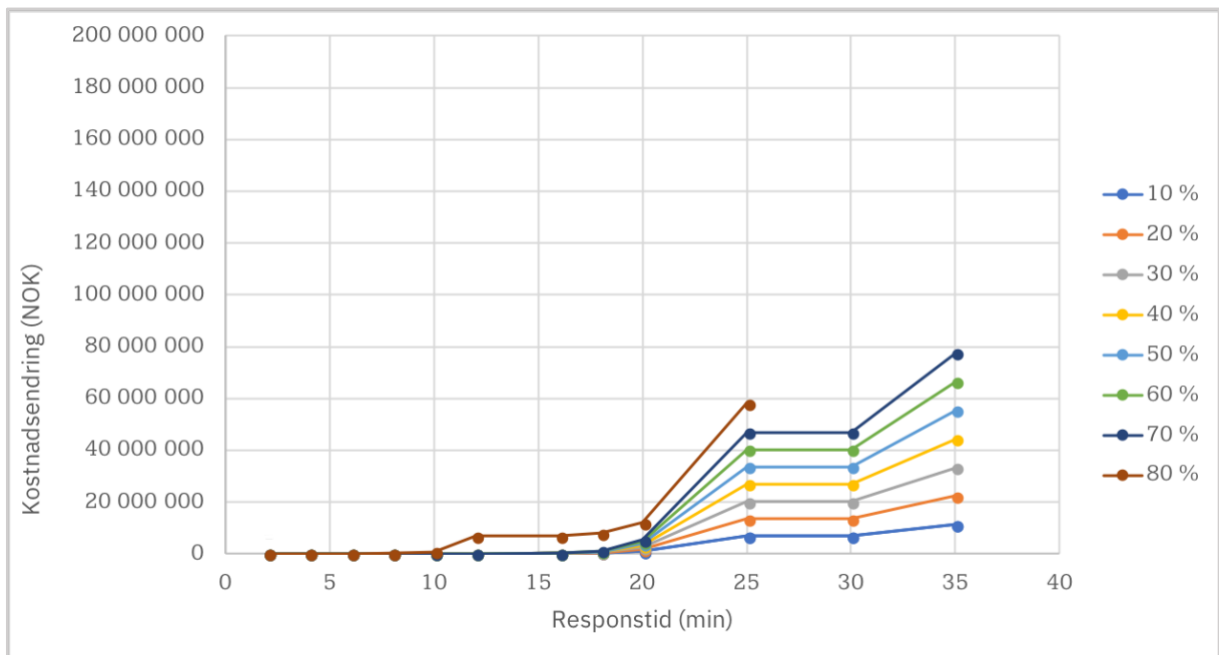
Når 10 – 70% av bygget skal sikre en verdi benyttes andre til femte etasje.

Når 80 % av bygget skal sikre en verdi benyttes alle byggets fem etasjer.

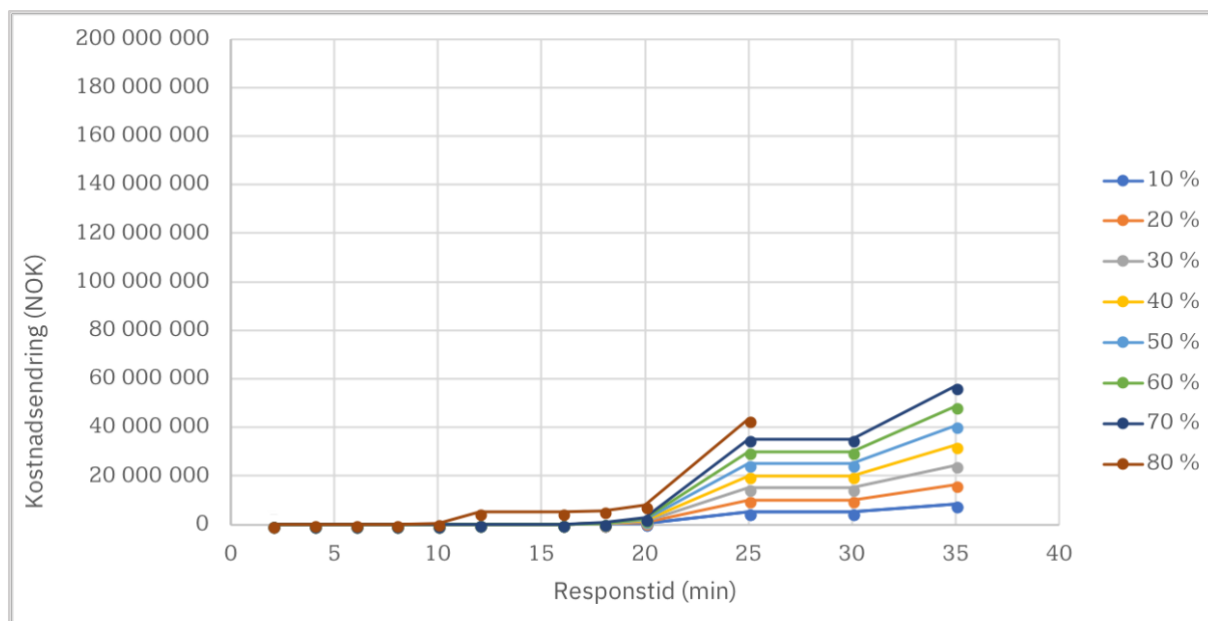
Den utviklingen som ble observert for eksempelbygg 1 og 2 er gjennomgående også for eksempelbygg 3. Sikring som ikke foregår i første etasje gir en lavere kostnadsøkning og høyere innbruddstid. Det er billigere å sikre i færre og større rom enn få og mindre rom [Figur 6-10, Figur 6-11 og Figur 6-12]



Figur 6-10 Kostnadsendring for eksempelbygg 3 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 10 m². For 80% sikring er 1. etg inkludert



Figur 6-11 Figur 6 10 Kostnadsendring for eksempelbygg 3 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 50 m². For 80% sikring er 1. etg inkludert

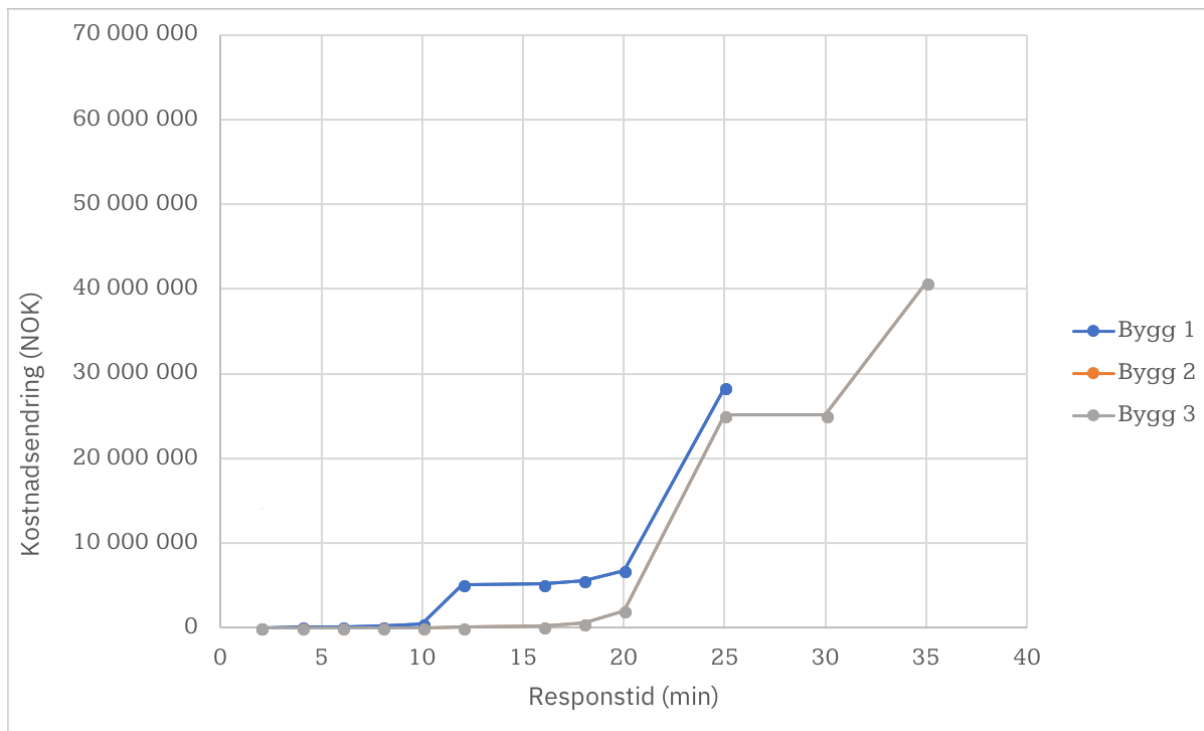


Figur 6-12 Figur 6 10 Kostnadsendring for eksempelbygg 3 avhengig av responstid og hvor stor andel av bygget som skal sikres fordelt på rom á 100 m². For 80% sikring er 1. etg inkludert

6.2.4. Sammenlikning mellom eksempelbygg 1 til 3

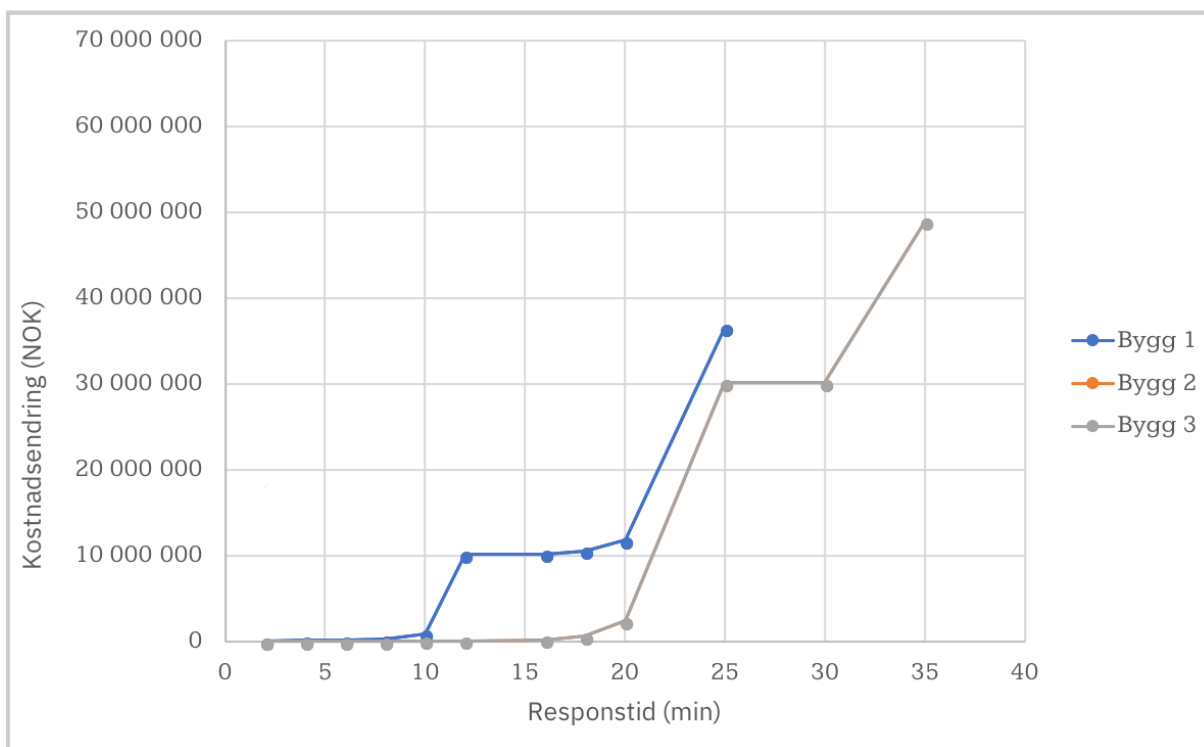
For sikring av 10 – 40% blir ikke første etasje benyttet til å sikre en verdi for noen av byggene. Med samme fysiske barrierer og i scenario 1 vil kostnadsendringer mellom byggene differensieres i dette intervallet. Derfor er det 50%, 60%, 70% og 80% som presenteres under. I sammenligningen mellom byggene er det med romstørrelser á 100 m².

Ved sikring av 50% for eksempelbygg 1 til 3 har eksempelbygg 1 og 2 samme kostnadsendringer og overlapper hverandre [Figur 6-13]. For eksempelbygg 1 øker kostnadene betydelig etter 12 minutter sammenlignet med eksempelbygg 1 og 2. Denne forskjellen holdes jevnt frem til 20 minutter hvor alle byggene har en vesentlig kostnadsøkning. Eksempelbygg 1 kan maksimalt ha en korresponderende responstid på 25 minutter når det skal sikres i første etasje.



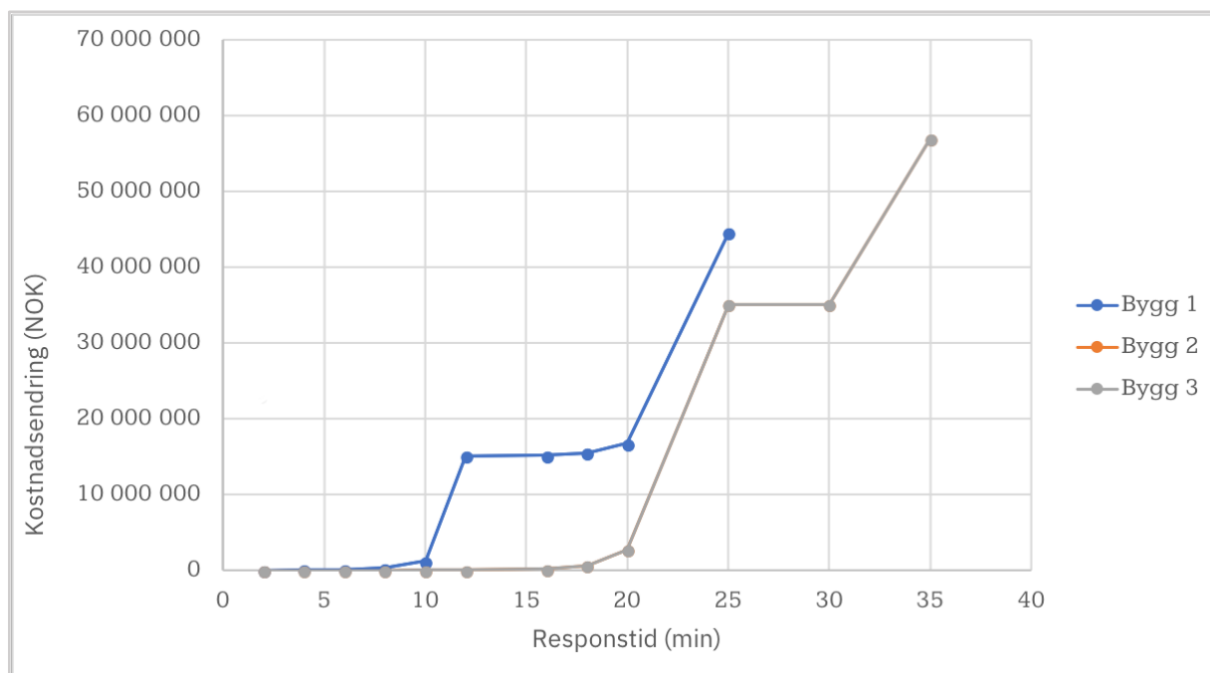
Figur 6-13 Kostnadsendring ved sikring av 50% for eksempelbygg 1 – 3

Ved sikring av 60% for eksempelbygg 1 til 3 vil også eksempelbygg 1 og 2 ha samme kostnadsendringer og vil derfor overlappe hverandre [Figur 6-14]. Samme mønster som ved sikring av 50%, men differansen i kostnader mellom 12 og 20 minutter for eksempelbygg 1 og eksempelbygg 2 og 3 er ca. dobbelt så stor.



Figur 6-14 Kostnadsendring ved sikring av 60% for eksempelbygg 1 - 3

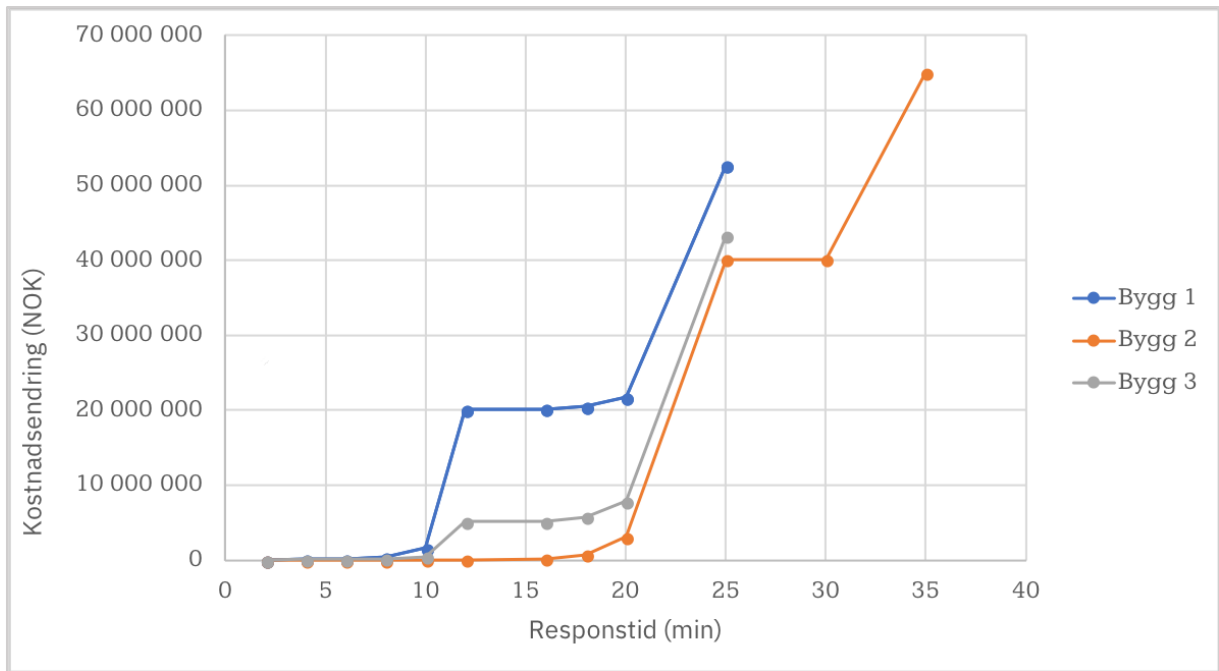
Ved sikring av 70% for eksempelbygg 1 til 3 vil eksempelbygg 1 og 2 fremdeles ha samme kostnadsendringer og overlapper [Figur 6-15]. Samme utvikling i sammenligningen mellom byggene som for 50% og 60%. Differansen mellom kostnadsendringene for eksempelbygg 1 og eksempelbygg 2 og 3 er ca. tre ganger så høy som ved sikring av 50%.



Figur 6-15 Kostnadsendring ved sikring av 70% for eksempelbygg 1 - 3

Det er ved sikring av 80% for eksempelbygg 1 – 3 at kostnadsendringene kommer tydeligst frem [Figur 6-16]. Utviklingen er lik som ved 50% - 70%, men nå kommer også sikring av første etasje på bygg 3 til uttrykk. Eksempelbygg 1 øker kraftig som med de andre sammenligningene etter 10 minutter. Kostnadsendringene for eksempelbygg 3 øker noe i forhold til eksempelbygg 2 som holder seg relativt lav frem til 20 minutter.

Denne sammenligningen viser tydelig forskjellen i kostnadsendringer når 80% av eksempelbygg i flere høyder skal sikres. Det er dyrere å sikre et høyere areal av et bygg med få etasjer.



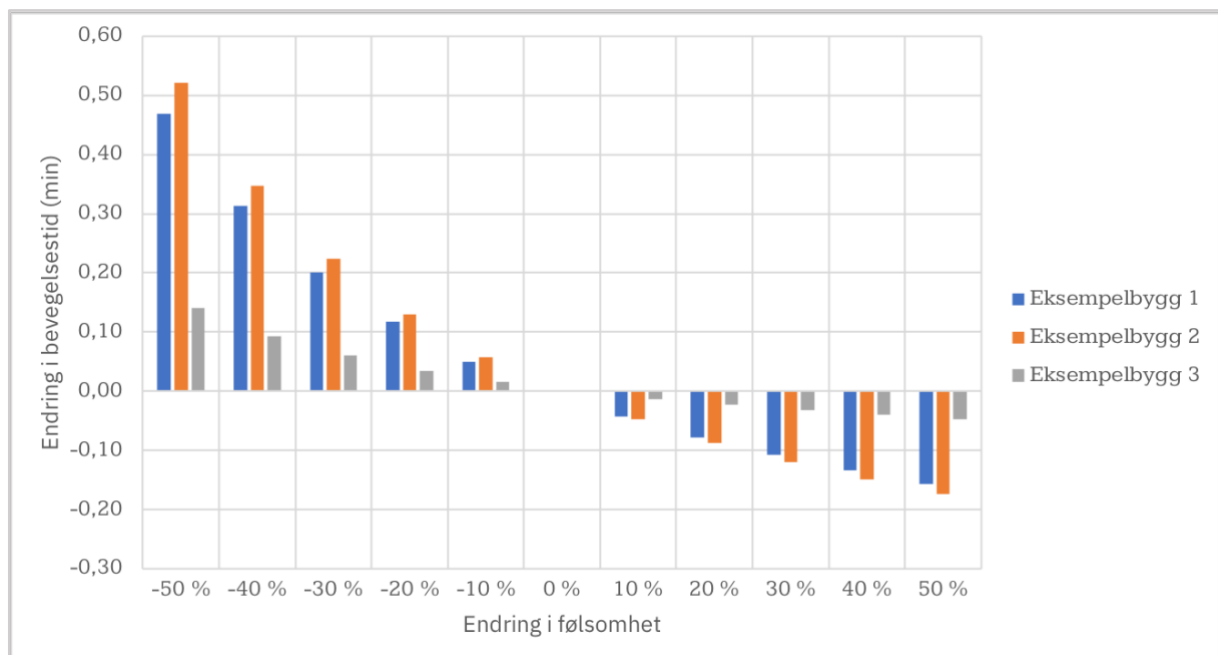
Figur 6-16 Kostnadsending ved sikring av 80% for eksempelbygg 1 - 3

6.3. Del 3 – Følsomhetsanalyse

6.3.1. Horisontal bevegelse

I følsomhetsanalysen av bevegelsestider er det vurdert endringer både i horisontal bevegelse og bevegelse i trapper hver for seg, hvor den ene hastigheten holdes konstant. Det er tatt utgangspunkt i faktisk avstand i byggene og tiden det tar å bevege seg denne avstanden med forskjellig hastighet.

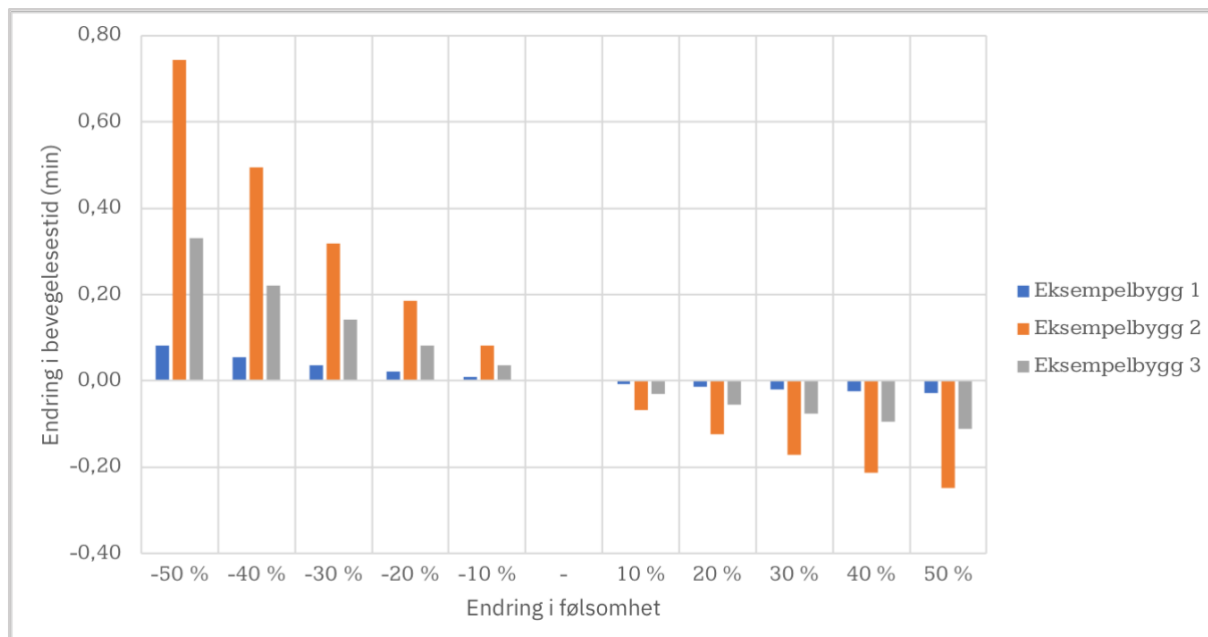
I et intervall på $\pm 50\%$ endring av hastighet for horisontal bevegelse endres den totale bevegelsestiden ganske likt for eksempelbygg 1 og 2, med rundt et halvminutt lengre ved lav hastighet (+50%) og ca. 10 sekunder med høy hastighet (+50%) [Figur 6-17].



Figur 6-17 Følsomhetsanalyse for horisontal bevegelse

6.3.2. Bevegelse i trapper

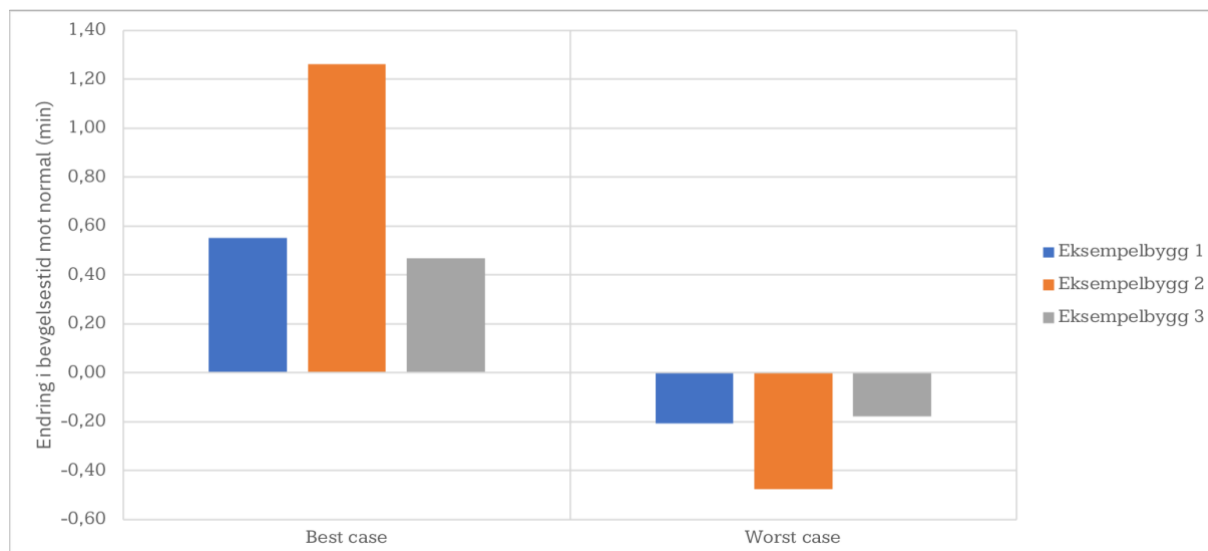
Følsomhetsanalysen for bevegelse i trapper viser større forskjeller mellom byggene. Her kommer høydeforskjellen til uttrykk. Med 50% lavere hastighet i trappene øker innbruddstiden med 45 sekunder for eksempelbygg 2, 20 sekunder for eksempelbygg 3 og 5 sekunder for eksempelbygg 1. Er hastigheten 50 % høyere vil inntrenger bruke 15 sekunder mindre i eksempelbygg 2, 7 sekunder i eksempelbygg 3 og 2 sekunder i eksempelbygg 1 [Figur 6-18].



Figur 6-18 Følsomhetsanalyse for bevegelse i trapper

For å belyse følsomheten ytterligere er det laget en sammenstilling av disse følsomhetsanalysene. Her blir konsekvensen av 50% tregere hastighet for både bevegelse horisontalt og i trapper som «best case»-scenario og 50% raskere som «worst case»-scenario.

Men en hastighetsendring på -50% for både bevegelse horisontalt og i trapper øker innbruddstiden i eksempelbygg 2 med ca. 1,2 minutter mens det er relativt likt mellom eksempelbygg 1 og 3 med rundt et halvt minutt. Med +50% endringer i hastighet reduseres innbruddstiden i eksempelbygg 2 med ca. et halvt minutt og ca. 10 sekunder for eksempelbygg 1 og 3 [Figur 6-19].



Figur 6-19 Endring i bevegelsestid i et worst og best case scenario

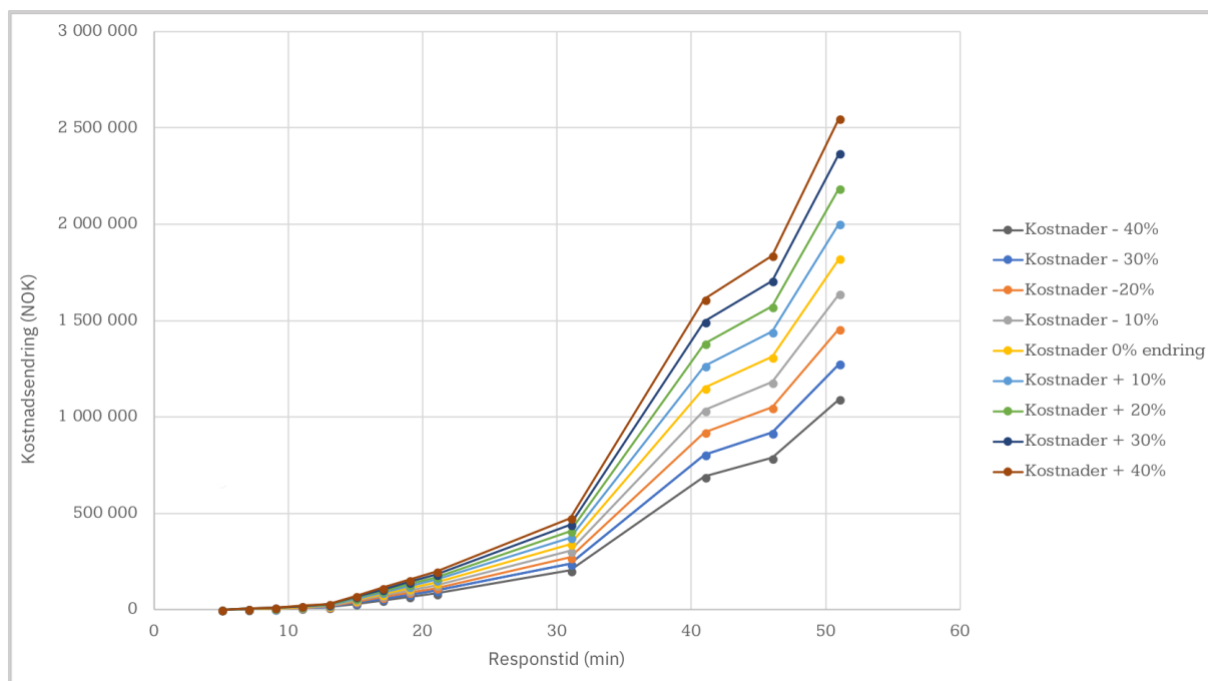
Forskjellen mellom det høyeste bygget, eksempelbygg 2 og det laveste bygget, eksempelbygg 1 er ca. 1,4 minutter i «best case»- scenario og rundt et halvt minutt i «worst case» -scenario. I begge tilfellene er det eksempelbygg 2 som har høyest innbruddstid [Tabell 6-2].

Tabell 6-2 Endring i bevegelsestid i et worst og best case scenario

| Case | Hastighet horisontalt (km/h) | Hastighet i trapp (km/h) | Eksempelbygg 1 (min) | Eksempelbygg 2 (min) | Eksempelbygg 3 (min) |
|------------|------------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Best case | 4,29 | 2,18 | 1,10 | 2,53 | 1,19 |
| Normal | 8,57 | 4,36 | 0,55 | 1,26 | 0,72 |
| Worst case | 12,86 | 6,54 | 0,34 | 0,79 | 0,54 |

6.3.3. Følsomhet for kostnader

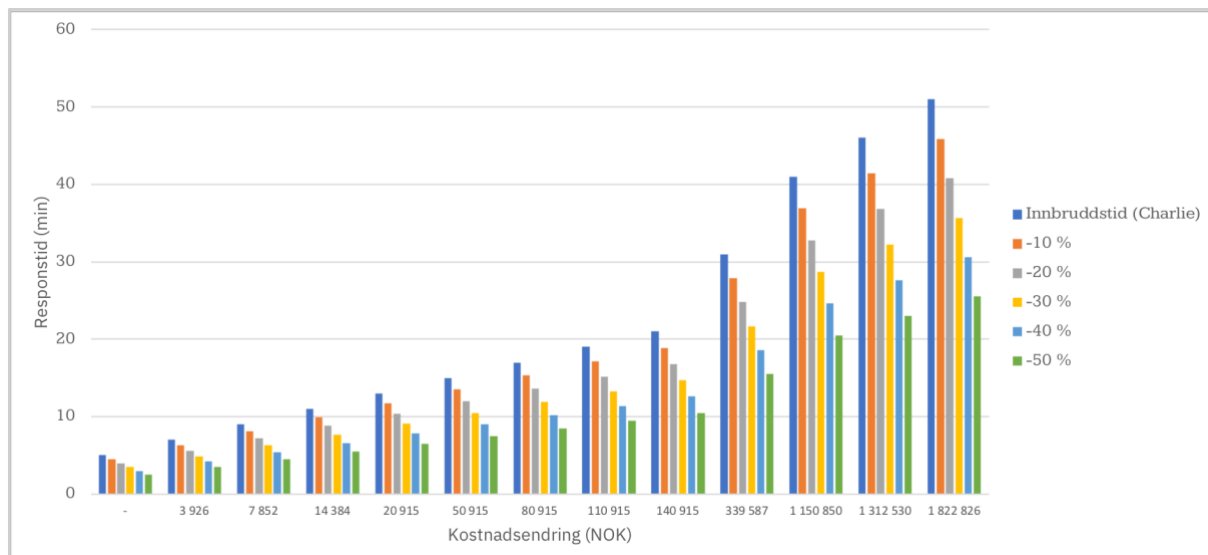
Med utgangspunkt i utviklingen av kostnadsendringene i del 1 scenario 1 er det gjennomført en følsomhetsanalyse for å kartlegge konsekvensene av endrede kostnader i modellen. Kostnadsendringene er mest sårbare for endringer når responstiden er høy, da det her er høyest kostnadsendringer. Med en responstid på 21 minutter tilsvarer endringen i følsomhetsanalyse for $\pm 40\%$, $\pm 56\,366$ NOK. Er responstiden 51 min blir endringen $\pm 729\,130$ NOK [Figur 6-20].



Figur 6-20 Følsomhetsanalyse for innbruddstid

6.3.4. Følsomhetsanalyse for innbruddstid

Følsomhetsanalysen for innbruddstid mot nivået til en Delta-aktør viser hvordan en negativ endring av innbruddstiden vil påvirke kravene til responstid. Ved å ta utgangspunkt i resultatene fra scenario 1 i Del 1. En kostnadsendring på 1 822 826 NOK for eksempelbygg 1 i scenario 1 vil motstå et innbrudd fra en Charlie-aktør i 51 minutter. Med 50% raskere innbruddstid for en Deltaaktør gjennom de fysiske barrierene vil eksempelbygg 1 motstå et innbrudd i 25 minutter med samme kostnadsendring [Figur 6-21].



Figur 6-21 Følsomhetsanalyse av responstid for Delta-tider

7. Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres oppgaven på bakgrunn av teorien for å svare på forskningsspørsmålene og videre de metodiske valgene og forutsetningene som ligger til grunn. Med dette som bakgrunn diskuteres resultatene og videre om det er grunnlag for å svare på forskningsspørsmålene:

1. Hvordan blir sikringskostnader til bygg påvirket av endret (organisatorisk) responstid?
2. Hvordan utvikler kostnadsendringene seg avhengig av areal og utforming av et bygg som skal sikres?

7.1. Diskusjon

7.1.1. Prinsippet om balansert sikring

Prinsippet om balansert sikring er en etablert metodikk i Norge for å planlegge fysisk sikring. Balansert sikring er et godt og nyttig verktøy når fysisk sikring skal planlegges. Metodikken tar hensyn til trusselaktør, responstid og byggets fysiske motstand. Hendelser det sikres mot har ofte lite sannsynlighet men kan få store konsekvenser dersom de oppstår. Dette kan gjøre det vanskelig å forutsi riktig innbrudds- og responstid. Til tross for at Oslo politidistrikt i 2017 hadde en responstid på 11 min i 80% av tilfellene bør ikke dette være utgangspunktet for responstid når en skal planlegge sikring av et bygg i Oslo (Politidirektoratet, 2017). Politiet rapporterer ikke hvem det er som kommer først til åstedet i disse tilfellene. Det er med andre ord uklart hvilken kapasitet de har og om de er i stand til å ta seg inn i bygget med en gang eller om de må vente på en annen reaksjonsstyrke med kapasitet til å håndtere situasjonen.

Prinsippet fungerer bra matematisk, men realiteten er annerledes. Å sikre et bygg med bare minutter lengre innbruddstid enn responstid er i følge teorien balansert sikring. Dette er likevel vanskelig å gjøre for objekter når usikkerhetene som kan oppstå for innbrudds- og responstid nevnt over er tilstede. Hvor mye tilleggstid som må tillegges for å ta hensyn til denne usikkerheten er vanskelig å fastslå. Usikkerhetene er derfor viktig bringe inn i diskusjonen av metoden for denne oppgaven og hvordan denne teorien brukes.

7.1.2. Diskusjon av metode og eksempelbygg

Fordelen med å gjennomføre en kvantitativ kostnadsanalyse var at forskjeller mellom varierende responstid ble belyst konkret. Å *kun* se på kostnadsendringer gjorde omfanget av analysene mindre omfattende, men genererte likevel resultater som fokuserte på det forskningsspørsmålene etterspurte. Begrensningene med en slik analyse er at den legger mye vekt på dataen som blir behandlet og hvordan de er valgt ut og samlet inn. Dette blir videre diskutert i kapittel 7.1.5.

Å kombinere den kvantitative kostnadsanalysen med innspill og tilbakemeldinger gjennom hele prosessen fra erfarne personer fra bransjen ga oppgaven et kvalitativt perspektiv som var til stor hjelp. Det ville vært formålstjenlig å forankre eksempelbyggene hos enda flere relevante personer gjennom mer omfattende innhenting av kvalitativ data fra for eksempel intervjuer og fokusgrupper i tillegg til den kvantitative tilnærmingen som det allerede var tatt utgangspunkt i. Det ble likevel utelukket grunnet tidsperspektivet for oppgaven.

Modellen som er utviklet for oppgaven tar utgangspunkt i forutsetningene definert i eksempelbygget. Den har fungert som forventet til å regne ut kostnadsendringer avhengig av responstid og sikringsklasse på de fysiske barrierene.

Selv om det er begrenset forskning å verifisere resultatene mot er det andre analyser som kunne blitt gjort for å gi oppgaven ytterligere tyngde. Det ville vært interessant å vurdere kostnadene en eventuell kortere responstid faktisk koster. Da måtte kostnader til etablering, kapasitet og drift av en reaksjonsstyrkepost vurderes. Dette

ville satt resultatene i et nytt lys og belyst et høyst aktuelt moment med denne oppgaven.

7.1.3. Diskusjon av forutsetning for eksempelbygg og modell

Å gjennomføre kostnadsanalysen i rammene av eksempelbyggene gjorde at virkeligheten ble generalisert og en fikk tydelig frem tendensene for kostnadsendringene. Noen av rammene som ble satt er interessante å diskutere da disse er naturlig å forvente i et vanlig kontorbygg.

Hadde vinduer vært inkludert i ytterveggene fra start ville det vært enda flere forutsetninger til blant annet antall og areal. Tekniske spesifikasjoner på vinduene ville også blitt forutsatt som klimahensyn og solinnstråling i tillegg til sikkerhet. Dette hadde utvidet perspektivet til oppgaven, men ble utelukket tidlig for å sikre at resten av parameterne som ble vurdert skulle gi et godt bilde av tendensene og konsekvensen med sikring for høyere responstid. Resultatene fra kostnadsanalysen viser at det for alle eksempelbyggene er tilstrekkelig å sikre med en yttervegg i SK3. Å øke denne til en høyere sikringsklasse ville føre til for store kostnader i forhold til reell økt sikring. Om nullalternativet hadde inkludert vinduer som tilfredsstillt krav til SK3 ville dette derfor ikke påvirket kostnadsanalysen slik den er gjennomført.

Skulle eksempelbygget utvikles videre i tillegg til å inkludere vinduer hadde det vært interessant å se andre planløsninger, kjøretøysperrer rundt bygget og elektronisk sikring.

7.1.4. Diskusjon av sikringsklasser

Sikringsklassene Forsvarsbygg har definert i sikringshåndboka gir objekteier mulighet til å dokumentere den fysiske sikringen i bygget og planlegge tilfredsstillende sikring. Det er en forenklet relasjon mellom motstandsklassene for dører fra NS-EN 1627 og sikringsklassene i sikringshåndboka (NKSB, 2016). Det er likevel noe forskjell mellom motstandsklassene i NS-EN 1627 og sikringsklassene i sikringshåndboka da det finnes en variasjon i hvordan kravene for innbruddsforsøk har blitt gjennomført (NKSB, 2016). Utover denne korte forskjellen i responstid er det

lite usikkerhet rundt Forsvarsbyggs innbruddstider. De gjennomfører realistiske innbruddsforsøk med et bredt spekter av verktøy avhengig av trusselaktør.

7.1.5. Diskusjon av data brukt i modellen

Til tross for at kostnadene er hentet inn fra pålitelige kilder hadde det gitt enda mer tyngde i analysen dersom det hadde blitt samlet inn kostnader mer omfattende, for eksempel fra flere leverandører for å verifisere og sammenligne kostnadene mellom ulike leverandør.

Hastighetene for horisontalbevegelse og bevegelse i trapper kunne ideelt sett blitt gjort ved ordentlige forsøk. På denne måten kunne det blitt satt mer reelle forutsetninger til forsøkene. Da kunne det blitt utført tester med forskjellig vekt på utstyr som skal fraktes, hvordan hastigheten endres når en er sliten og hastigheten opp og ned trapper. Dette hadde for denne oppgaven vært alt for tidkrevende og usikkerheten rundt dette er blitt belyst i følsomhetsanalysen. Denne viser forøvrig at hastigheten på bevegelse ikke er spesielt avgjørende for den totale innbruddstiden.

7.1.6. Diskusjon av del 1 av kostnadsanalysen

Kostnadsanalysene i del 1 av oppgaven viser tydelige tendenser som kostnadsendringene får dersom responstiden øker. For scenario 1 kan innbruddstiden i bygget økes frem til 21 minutter uten at kostnadsøkningene er betydelige. Fra 5 til 21 minutter er kostnaden i gjennomsnitt 8 807 dyrere pr minutt. Kostnadsøkningen fra 21 minutter til 55 minutter er betydelig. Her er kostnaden i gjennomsnitt 40 953 dyrere per minutt. Med responstid under 21 minutter er kostnadsøkningen utelukkende for økte sikringsklasser i dører. En vanlig sammensatt vegg tilfredsstillende kravene for sikringsklasse 3, mens et trapperom i betong med en tykkelse mer enn 200 mm tilfredsstillende sikringsklasse 6. Derfor er dørene i konstruksjonen med nullalternativet det svakeste leddet og må oppgraderes til en høyere sikringsklasse først. Med en responstid på over 21 minutter må veggene på sikkerhetsrommene også oppgraderes i tillegg til dører. Dette er en betydelig kostnad og utgjør den største andelen av kostnadsendringen.

Scenario 2 viser samme mønster i kostnadsutviklingen for alle de tre eksempelbyggene som ble observert i scenario 2. Det kommer også frem at det er liten forskjell i innbruddstid mellom de tre eksempelbyggene til tross for forskjellig høyde og areal per etasje. Selv om innbruddstiden i dette scenariet er beregnet som tiden det tar å bevege seg inn og ut av bygget er ikke forskjellen mellom eksempelbyggene signifikante. Forskjellen mellom det laveste bygget, eksempelbygg 1 og det høyeste, eksempelbygg 2 utgjør 1,4 minutter. Denne forskjellen kan være kritisk om bygget dimensjoneres med en lav responstid på for eksempel 7-10 minutter. Dersom bygget dimensjoneres for lengre responstider vil ikke høydeforskjellen mellom byggene påvirke den totale innbruddstiden i nevneverdig grad.

Resultatene viser at ved en kortere responstid kan bygg planlegges med lavere sikringsklasse på dører og vegger sammenlignet med en lengre responstid. Funksjonalitet for bygget er også viktig. Lavere sikringsklasse på dører gjør de ofte mer funksjonelle og praktiske for de som arbeider og bruker bygget. For eksempel vil sluser kun brukes av en person av gangen, noe som kan være en flaskehals i perioden når flest personer ankommer eller forlater bygget. Høyere sikringsklasse på dører tilsvarer ofte tyngre dører som er vanskeligere for brukere å håndtere.

Til tross for at denne oppgaven i hovedsak har sett på sikring av bygg der sikring er vanlig, som for eksempel departementskontorer og museer, kan resultatene også være relevant for andre virksomheter. Med GDPR (EUs personvernforordning) som trer i kraft i 2018 vil det stilles strengere krav til virksomheters oppbevaring og behandling av personopplysninger. I forordningens artikkel 32 står det beskrevet at behandlingsansvarlig skal gjennomføre tiltak for å oppnå et tilstrekkelig sikkerhetsnivå med bakgrunn i risiko som følge av tilsiktede og uønskede hendelser (Prop. 56 LS (2017-2018)). Objekteier må gjøre nødvendige tiltak for å fysisk sikre data om denne oppbevares i egne bygg om ikke lagring av data har blitt utkontraktert. For virksomheter med behov for sikring av andre enkelte verdier, for eksempel private virksomheter som arbeider med sensitiv informasjon kan resultatene fra denne oppgaven ha relevans.

7.1.7. Diskusjon av den del 2 av kostnadsanalysen

Tendensene vi så i del 1 er også gjennomgående når forskjellig areal av de tre eksempelbyggene skal sikres. Hovedforskjellen er at konsekvensene av kostnadsendringene blir større når det er mer veggareal og flere dører som skal sikre en verdi.

Resultatene fra analysen viser at å sikre store arealer fordelt over rom på 10 m² er vesentlig dyrere sammenlignet for rom på 50 m² og 100 m². Bakgrunnen for dette er at vegg lengden blir bedre utnyttet i et større rom i tillegg til at antall rom påvirker antall dører.

Resultatene fra kostnadsanalysen viser at sikring av første etasje øker kostnadene da en ikke kan utnytte prinsippet om sikring i dybden. I tillegg må de to fysiske barrierene raskere øke sikringsklasse for å øke innbruddstiden og den korrespondere responstiden. De to fysiske barrierene setter også grense på maks responstid som også fremkommer i resultatkapittelet på maks 25 minutter. Resultatene viser sammenhengen mellom sikring av lik andel på tvers av de tre eksempelbyggene. For sikring av 80% øker kostnadsendringen for eksempelbygg 1 vesentlig når bygget sikres mot en responstid på 12 minutter. For eksempelbygg 2 og 3 er kostnadsøkningen like markant først etter 20 minutter. Om bygget har en funksjon der en høy andel av bygget skal sikres vil det derfor være en fordel med et høyere bygg for å oppnå flere fysiske barrierer og i større grad sikre i dybden.

Om 80% av Eksempelbygg 2 skal sikres med rom á 10 m² og en responstid på 35 minutter er kostnadsendringen 222 847 879 kr. Sikres det med rom á 50 m² blir kostnadsendringen 88 525 548 kr eller 65 046 773 kr for rom á 100 m². De samme tendensene sees også i eksempelbygg 1 og 3, og når lavere andel av bygget skal sikres. Dette viser tydelig at å sikre i større rom gir en vesentlig kostnadsbesparelse sammenlignet med å sikre i flere og mindre rom med totalt samme areal.

Eksempelbyggene er alle definert med lukkede trapperom. Dersom dette ikke hadde vært tilfellet ville de to fysiske barrierene for dører til trapperom ikke eksistert og det hadde ikke vært forskjell på hvilken etasje de sikre rommene plasseres i bygget.

7.1.8. Diskusjon av følsomhet for datagrunnlaget

Denne delen diskuterer endringer i datagrunnlaget av kostnader, innbruddstid og bevegelsestider.

I denne kostnadsanalysen er det tatt utgangspunkt i at trusselaktøren som skal bryte seg inn i bygget er en Charlie-aktør. For bygg som skal brukes som for eksempel departementskontorer er det høyst relevant og også se på en Delta-aktør som en aktuell trusselaktør. Innbruddstid for Delta-aktøren oppgis ikke av Forsvarsbygg. Følsomhetsanalysen ser på konsekvensene av at en Delta-aktør bruker 10% til 50% raskere tid til å bryte seg gjennom de fysiske barrierene i de forskjellige sikringsklassene. Denne følsomhetsanalysen er relevant for alle eksempelbyggene og alle scenariene. Om en Delta-aktør bryter seg gjennom de fysiske barrierene 50% raskere enn en Charlie-aktør vil dette gi store konsekvenser for planlegging av nødvendig responstid for å stoppe inntrengeren. Om bygget er planlagt med en responstid på 30 minutter mot en Charlie-aktør, vil en Delta-aktør klare å trenge seg gjennom barrierene på 15 minutter. Responstiden må derfor endres deretter eller så må sikringsklassen på de fysiske barrierene økes tilsvarende, noe kostnadsanalysen har vist kan være kostnadsdrivende.

Hastigheten som er brukt for horisontal bevegelse og bevegelse i trapper er hentet fra to forskjellige kilder. Utgangspunktet for horisontal bevegelse er beregnet med en 22 kg pakning på ryggen og løping i 7 km. Hastigheten for bevegelse i trapper er hentet fra en studie som ikke tar hensyn til pakning. Personene som gjennomfører et innbrudd vil også bli sliten og kan ha med seg mer eller mindre utstyr enn det som utgjør 22 kg. Vedkommende kan også bruke kortere tid ned trappene sammenlignet med opp, men dette er også avhengig av om og hva personene tar med seg av verdi ut av bygget. De personlige egenskapene til trusselaktøren vil også ha en stor innvirkning på hastigheten. For å belyse disse usikkerhetene var det nødvendig å gjennomføre en følsomhetsanalyse. Den endrer henholdsvis bevegelsestid horisontalt og bevegelsestid i trapper hver for seg, mens den andre er konstant. Når den horisontale hastigheten endres er det liten forskjell mellom eksempelbyggene, og totalt liten forskjell mellom bevegelsestidene med et følsomhetsintervall på $\pm 50\%$.

Forskjellen er tydeligere mellom byggene når hastigheten i trapper endres og det er det høyeste bygget, eksempelbygg 2 som skiller seg ut. Selv med å kombinere ytterpunktene for begge hastighetene fra følsomhetsanalysene i en best/worse-case scenario er ikke forskjellene veldig store. Forskjellen mellom det høyeste og laveste bygget med utgangspunkt i lavest hastighet for både horisontal bevegelse og bevegelse i trapper fra følsomhetsanalysen er ca. to og et halvt minutt. Ser en på bevegelsestid i bygget isolert kan en kompensere for høydeforskjellen i de to byggene ved å øke sikringsklassen på en dør i eksempelbygg 1 til å motstå innbrudd minst 2,4 minutter lengre.

Usikkerhet rundt kostnadene som er brukt i oppgaven er vurdert i følsomhetsanalysen. I valg av følsomhetsintervall på $\pm 40\%$ er det vurdert elementer som kan påvirke kostnadene til reelt å være høyere eller lavere enn de forutsetningene som tidligere er satt i oppgaven. Det er få aktører på markedet som leverer sikkerhetsdører i de høye sikringsklassene, og med høy etterspørsel av oppdrag, kan prisene bli høyere enn de som er samlet inn til denne oppgaven. Dette kan også slå ut andre veien dersom det er lite oppdrag. Grunnet et lavt antall bygg som bygges med fysisk sikring i dag og siden kostnadene for disse ofte er taushetsbelagt har ikke Norsk Prisbok standardpriser på dette (Solberg, 2018). Norsk stål er derfor brukt for å hente inn priser som tilfredsstiller kravene sikringshåndboka krever til stål. Stål er som andre råvarer utsatt for prisendringer. Siden midten av 2016 har prisene på varmvalsede stålplater økt med 40-60% avhengig av om de er kjøpt fra Vest- eller Øst-Europa (Norsk Stål, 2018). En videre økning i stålpriser vil derfor påvirke kostnadene for sikkerhetsvegg. Monteringspriser for stålplater er heller ikke oppgitt i Norsk Prisbok. Her ble det etter korrespondanse med senior rådgiver på kalkulasjon i Skanska brukt deres erfaringer fra kalkulering av montasjekostnader og basert på vekt, størrelse og forboring av stålplaten konkludert med en monteringspris pr. m². Det er også usikkerhet knyttet til denne som videre kunne blitt belyst ved å hente inn enda mer erfaringstall på tilsvarende operasjoner. Derfor kan dette påvirke den reelle kostnaden for sikringsveggene. Generelt for alle bygningselementene kan en i en anbudssituasjon ende opp med lavere priser om oppdraget er av størrelser som gir entreprenør eller leverandør marginer til å gi kvantumsrabatt for å komme med et mer attraktivt tilbud til prosjekteier. Valuta vil også være en sentral faktor i usikkerhetsbildet for kostnadene. Flere av elementene som er brukt i

kostnadsanalysen produseres helt eller delvis i utlandet. Valutaendring vil påvirke leverandørers innkjøpskostnader som igjen vil de ha en innvirkning på prisen prosjekteier ender opp med å betale. Følsomhetsanalysen i resultatkapittelet viser at disse usikkerhetene får størst konsekvenser ved høyere responstid, da dette er området med størst kostnadsendringer og mest utsatt for endringer av disse.

7.2. Oppsummering av diskusjon

Usikkerhetene rundt det teoretiske grunnlaget samt forutsetningene og valgene i metoddelen må legges til grunn når det skal vurderes om resultatene besvarer forskningsspørsmålene og videre belyser problemstillingen for oppgaven.

Det er definitivt mange momenter som spiller inn når et bygg skal sikres. Det er for objekteier utfordrende å etablere en fullstendig risikovurdering for å kartlegge potensielle trusselaktører. For at tidsregnskapet skal være et verktøy for å fastslå nødvendig sikring må innbruddstid og responstid være klart. Det er essensielt at dette blir gjort riktig for at den fysiske sikringen er tilstrekkelig og verken over- eller underdimensjoneres. Likevel påvirker ikke disse usikkerhetene direkte forskningsspørsmålene. Forskningsspørsmålene skal svare på hvordan sikringskostnader blir påvirket av endret responstid. Responstiden er ikke gitt og det er derfor kun innbruddstiden som må være valid for at analysen skal kunne gjennomføres. Innbruddstiden og endringen av denne er belyst i følsomhetsanalysen både for bevegelsestid og om trusselaktør har høyere kapasitet enn en Charlie-aktør.

Alt så langt diskutert tatt i betraktning bidrar resultatene til å belyse problemstillingen ved å svare på forskningsspørsmålene. Denne oppgaven har begynt å belyse en problemstilling som det er lite eller ingen offentlig publisert forskning på. Å ikke ha andre studier å verifisere resultatene med påvirker også hvor mye resultatene kan vektlegges for svare på forskningsspørsmålene. Resultatene skal ikke tolkes som faktiske kostnadsendringer ved valgt fysisk sikring og responstid. De viser tendenser til kostnadsutvikling. Det første forskningsspørsmålene etterspør hvordan sikringskostnader blir påvirket av endret responstid. Dette viste resultatene fra den første delen av kostnadsanalysen tydelig tendenser til. Denne utviklingen ble også

sett i den andre delen som besvarer det andre forskningsspørsmålet om arealet på det som skal sikres.

I kostnadsanalysen har kostnadsendringer og responstid blitt vurdert isolert for ett eksempelbygg av gangen. I den nye sikkerhetsloven som er vedtatt av Stortinget, står det at risiko ikke skal vurderes isolert i hver enkelt virksomhet, men sees på i det systemet objektene utgjør. Det står også at kostnadene ved sikkerhetstiltak skal i et rimelig forhold gjenspeile det som oppnås ved tiltaket. Med bakgrunn i dette kan en bruke resultatene fra kostnadsanalysene for eksempelbyggene og se på kostnadsendringene ved flere eksempelbygg sammen i et system. Om det blir plassert en permanent reaksjonsstyrke (f. eks en politistasjon/politipost) som skal betjene en gruppe bygninger, kan byggene planlegges med en kortere responstid og som vist i kostnadsanalysen føre til betydelige kostnadsbesparelser i investering.

7.3. Konklusjon

- I et kost-/nytteperspektiv er det fordelaktig å sikre for en kortere responstid. Forutsatt krav om balansert sikring er kostnadsendringen minimal ved sikring for kort responstid, men øker etter hvert markant.
- Det er mindre kostnadsdrivende å oppgradere flere fysiske barrierer få sikringsklasser, enn å oppgradere få fysiske barrierer mange sikringsklasser, samtidig som den totale innbruddstiden er lik.
- Vurderes bevegelsestid isolert er det liten forskjell i total innbruddstid mellom lave og høye bygninger. Bevegelsestiden er en liten andel av den totale innbruddstiden.
- Å sikre større og færre rom er mindre kostnadsdrivende enn å sikre mindre og flere rom, når det totale arealet (gulvarealet) er det samme.

- Det er vesentlig dyrere å sikre første etasje av eksempelbyggene sammenlignet med andre etasje og oppover, forutsatt at trapperommene brukes som sikringstiltak. Om trapperommene hadde vært åpen og ikke fungert som en fysisk barriere, ville det ikke vært forskjell i kostnader mellom å sikre i første og andre etasje. Dette viser at sikring i dybden er et godt tiltak for å etablere tilstrekkelig sikring av verdien avhengig av responstid.

8. Videre arbeid

8.1. Verifisere

Det er mange viktige innfallsvinkler som kan vurderes i videreutvikling av denne oppgaven. Det som er mest aktuelle vil være å teste ut modellen som er utviklet for reelle bygg og verifisere forskningen som er gjennomført i denne oppgaven.

8.2. Modell og eksempelbygg

Mange av forutsetningene gjort i oppgaven i forbindelse med utviklingen av eksempelbyggene. I videre forskning kan det være nyttig å revurdere disse forutsetningene. E kan for eksempel evaluere hvordan vinduer og glass internt i bygget påvirker de totale kostnadsendringene for sikring av bygg. Videre vil det være interessant å se på nye planløsninger enn de som er valgt i denne oppgaven. Areal på bygg som er større eller mindre enn 10 000 m² kan også belyses. Det har i denne oppgaven ikke blitt tatt hensyn kostnader over tid, og i videre forskning kan LCC (livssyklus-kostnader) være interessant å belyse. Kostnad for elektroniske sikringstiltak vil også være aktuelle å vurdere.

8.3. Bevegelsestider

Samle inn grundige hastigheter for bevegelse horisontalt og i trapper som kan benyttes for fremtidig analyse av innbruddstid. Her kan en legge til rette og teste konkret ut fra konteksten av innbrudd. Det kan da vurderes forskjellig vekt på pakning, at inntrenger blir sliten, at flere trapper skal bestiges etter hverandre og at trusselaktørene kan ha forskjellig fysiske egenskaper.

8.4. Samfunnsøkonomiske konsekvenser

Å belyse de samfunnsøkonomiske konsekvensene av kortere responstid. Skal det etableres en ny reaksjonsstyrkepost hvem skal ta den kostnaden, og hvor stort ansvarsområde kan den ha.

9. Litteraturliste

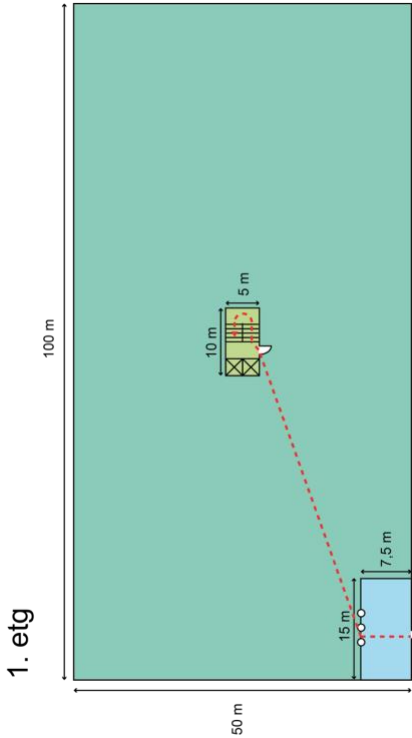
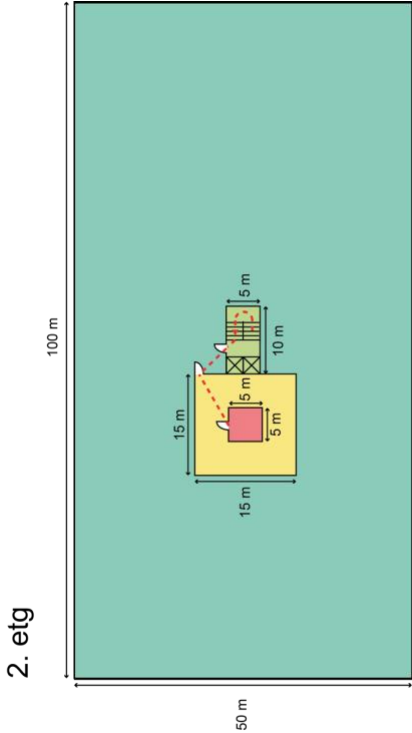
- Albrechtsen, E., Almklov, P., Antonsen, S., Nyheim, O. M., Nilsen, M., Bye, R. J., Øren, A., Johnsen, S. O., Wasilkiewicz, K. & Aalberg, A. (2017). *Har samfunnssikkerheten blitt bedre etter 22.juli 2011? The next disaster (NEXUS)*: NTNU.
- Ayiro, L. P. (2012). *A Functional Approach to Educational Research Methods and Statistics : Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. USA: The Edwin Mellen Press.
- Chin, R. & Lee, B. Y. (2008). *Principles and Practice of Clinical Trial Medicine*. USA: Elsevier.
- Dahlum, S. (2017). *Kvantitativ analyse*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/kvantitativ_analyse (lest 14.03.18).
- Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17), § 11-8*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iii/11-8/> (lest 24.04.18).
- E-tjenesten. (2018). *Fokus Etterretningstjenestens vurdering av aktuelle sikkerhetsutfordringer*. Tilgjengelig fra: https://forsvaret.no/fakta_/ForsvaretDocuments/Fokus2018_bokmaal_oppslag_godkjent.pdf (lest 29.04.18).
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12 (2). doi: 10.1177/1077800405284363.
- Forskrift om objektsikkerhet. (2011). *Forskrift om objektsikkerhet 26. oktober 2010 nr 1362*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-10-22-1362> (lest 01.02.18).
- Forsvaret. (2015). *Fysiske minstekrav*. Tilgjengelig fra: <https://forsvaret.no/karriere/utdanning/tjenesteutdanning/feltoperator/fysiske-minstekrav-feltoperator> (lest 14.03.18).
- Fujiyama, T. & Tyler, N. (2004). An explicit study on walking speeds of pedestrians on stairs.
- Garcia, M. L. (2001). *The Design and Evaluation of Physical Protection Systems* United States of America Butterworth-Heinemann.
- Hester, P. T. (2007). *Facility protection optimization under uncertainty*: Vanderbilt University Tennessee, USA.
- Metier, LPO & OPAK. (2013). *Konseptvalgutredning for fremtidig regjeringskvartal* Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fad/vedlegg/bst/konseptvalgсутredningen_rkv.pdf (lest 22.03.18).
- Mil Sec. *Om Mil Sec*. Tilgjengelig fra: <http://www.milsec.no/om-mil-sec/> (lest 19.03.18).
- NKSB. (2016). *Sikringshåndboka. Håndbok i sikring av eiendom, bygg og anlegg mot terror, sabotasje, spionasje og annen kriminalitet.* , b. 2. utgave, 1. opplag Oslo: Forsvarsbygg.
- Norsk Prisbok. *Hva er Norsk Prisbok?* . Tilgjengelig fra: <https://www.norskprisbok.no/WhatIsNP.aspx> (lest 19.03.18).

- Norsk Stål. (2018). *Prisutviklingsgrafer (perioden 2010 - Q1 2018)*. Tilgjengelig fra: https://wpstatic.idium.no/norskstaal.no/2018/01/PrisgraferQ1_2018.pdf (lest 26.04.18).
- NOU 2012:14. *Rapport fra 22. juli-kommisjonen*
- NOU 2016:19. Samhandling for sikkerhet. Beskyttelse av grunnleggende samfunnsfunksjoner i en omskiftelig tid
- NS 5830:2012. *Samfunnssikkerhet. Beskyttelse mot tilsiktede uønskede handlinger*
Terminologi: Standard Norge
- NS 5832:2014. *Samfunnssikkerhet. Beskyttelse mot tilsiktede uønskede handlinger*.
Krav til sikringsrisikoanalyse: Standard Norge
- NS 5834:2016. *Samfunnssikkerhet. Beskyttelse mot tilsiktede uønskede handlinger*.
Planlegging av sikringstiltak i bygg, anlegg og eiendom: Standard Norge.
- NS-EN 1627:2011. *Innbruddssikkerhet. Krav og klassifisering*. Dører, vinduer, påhengsvegger, gitter og skodder: Standard Norge.
- NSM, Politidirektoratet & PST. (2010). *En veiledning. Sikkerhets- og beredskapstiltak mot terrorhandlinger*. Tilgjengelig fra: <https://www.nsm.stat.no/globalassets/dokumenter/veiledninger/tiltak-mot-terrorhandlinger.pdf> (lest 08.05.18).
- NSM. (2014). *Veilder for objektsikkerhetsforskriften*.
- NSM. (2016). *Risikovurdering for sikring* sikkerhetsmyndighet, N.: Nasjonal sikkerhetsmyndighet.
- NSM. (2018). *Risiko 2018*. Tilgjengelig fra: https://www.nsm.stat.no/globalassets/rapporter/rapport-om-sikkerhetstilstanden/nsm_risiko_2018_web.pdf (lest 29.04.18).
- Politidirektoratet. (2017). *Politiets responstid 2017*. Tilgjengelig fra: <https://www.politiet.no/globalassets/04-aktuelt-tall-og-fakta/responstid/politiets-responstid-2017.pdf> (lest 13.03.18).
- Prop. 56 LS (2017-2018). *Proposisjon til Stortinget. Lov om behandling av personopplysninger (personopplysningsloven) og samtykke til deltakelse i en beslutning i EØS-komiteen om innlemmelse av forordning (EU) nr. 2016/679 (generell personvernforordning) i EØS-avtalen*. Artikkel 32. Oslo: Justis- og beredskapsdepartement. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/1a36e88f124d4a1ea92a9c790be2d69a/no/pdfs/prp201720180056000dddpdfs.pdf>.
- Prop. 153 L (2016-2017). *Proposisjon til Stortinget. Lov om nasjonal sikkerhet (sikkerhetsloven)*. Oslo: Forsvarsdepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-153-l-2016-2017/id2556988/sec1>.
- PST. (2018). *Trusselvurdering 2018*. Tilgjengelig fra: <https://www.pst.no/trusselvurdering-2018/> (lest 29.04.18).
- Regjeringen. (2015). *Rundskriv Nr H-2/16 om normer for energi- og arealbruk for statlige bygg*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/rundskriv-om-normer-for-energi--og-arealbruk-for-statlige-bygg/id2474498/> (lest 18.03.18).
- Samset, K. (2014). *Evaluering av prosjekter, vurdering av suksess*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS
- Sikkerhetsloven. (1998). *Lov av 20. mars 1998 nr 10 om forebyggende sikkerhetstjeneste* Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-03-20-10/KAPITTEL_5#§17 (lest 01.02.18).

- Solberg, J. (2018). *Norsk Prisbok - Prisnivå og beredskapsbygg* (E-postkommunikasjon 18.04.18).
- Stortinget. (2018). *Hvor er saken nå? Lov om nasjonal sikkerhet (sikkerhetsloven)*
Tilgjengelig fra: <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Saker/Sak/?p=69168>.
- Wyss, G. D. (2009). *Quantifying the Degree of Balance in Physical Protection Systems*: Sandia National Laboratories

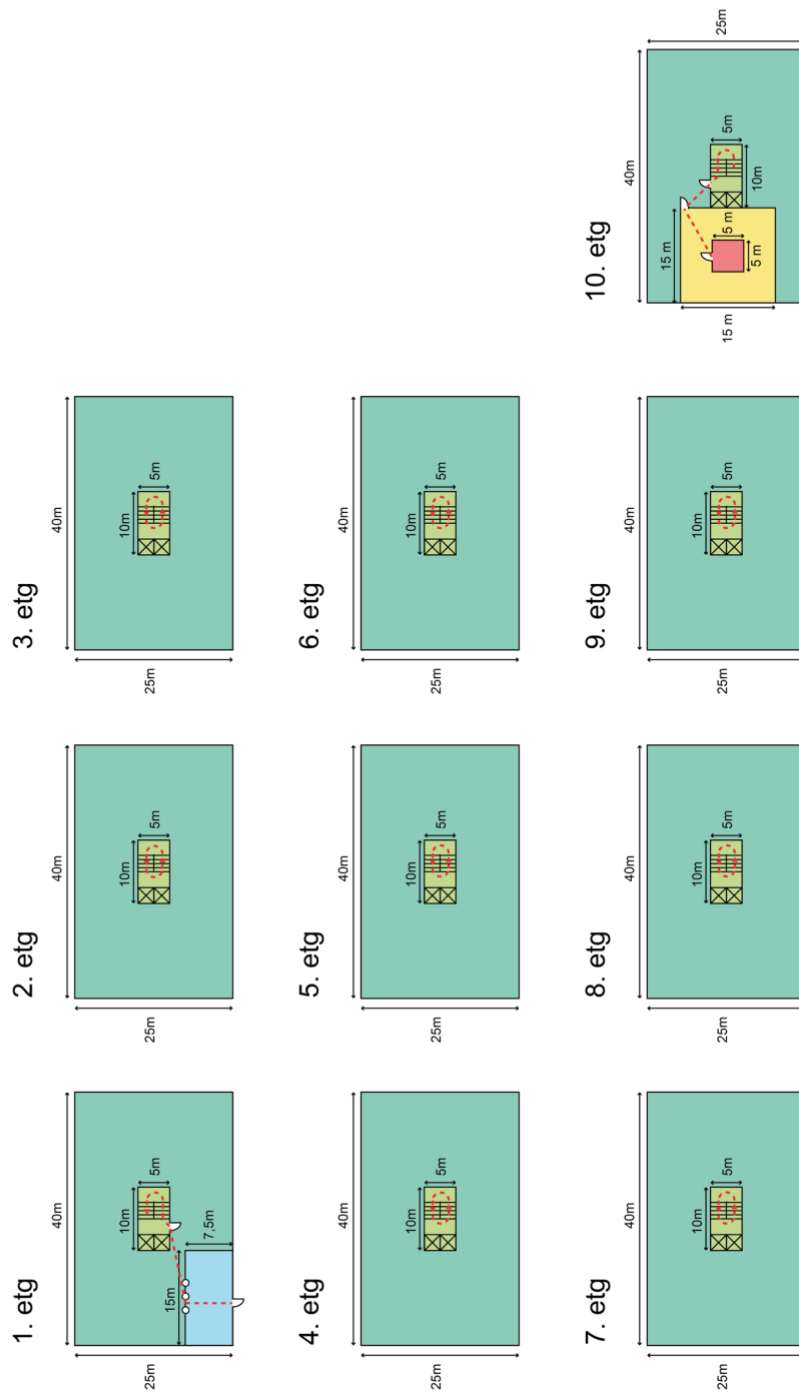
10. Appendiks A – Eksempelbygg 1, plantegning

Eksempelbygg 1



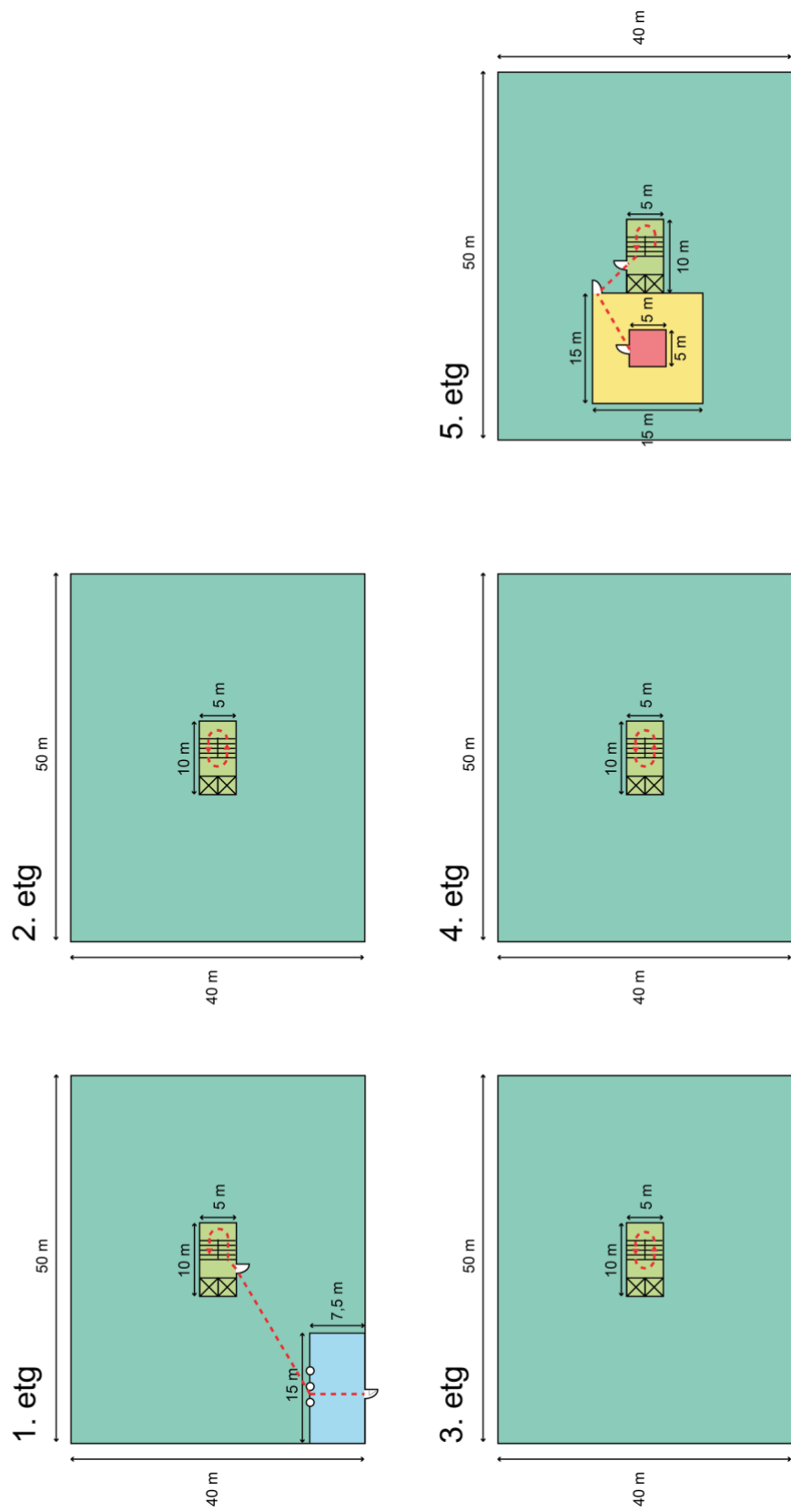
11. Appendiks B – Eksempelbygg 2, plantegning

Eksempelbygg 2



12. Appendiks C – Eksempelbygg 3, plantegning

Eksempelbygg 3



13. Appendiks D – Kostnad for dører

Kostnad til dører

| Motstandsklasse | Kostnadselement | Produsent | Leverandør | Kostnad | Innbefatter | Innhentet |
|-----------------|--|------------|------------|----------------|-------------------------------|------------------|
| RC3 | Sluse, Tonda light | Tonali | Mil Sec | NOK 250 000,00 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Tilsendt på mail |
| RC2 | Brannør, brannklasse: A60 | Rapp Bomek | Mil Sec | NOK 15 000,00 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Tilsendt på mail |
| RC3 | Sikkerhetsdør m/ elektronisk avlåsning | Rapp Bomek | Mil Sec | NOK 45 000,00 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Tilsendt på mail |
| RC4 | Sikkerhetsdør m/ elektronisk avlåsning | Rapp Bomek | Mil Sec | NOK 65 000,00 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Tilsendt på mail |
| RC5 | Sikkerhetsdør m/ elektronisk avlåsning | Rapp Bomek | Mil Sec | NOK 125 000,00 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Tilsendt på mail |
| RC1 | Sluse, speedlane swing | Boon Edam | Boon Edam | NOK 130 000,00 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Tilsendt på mail |
| RC1 | Sikkerhetsdør, Daloc S30 (brannør) | Daloc | | NOK 5 483,87 | (eksl. mva.) | Tilsendt på mail |
| RC1 | Dør i massivtre, Daloc T0 | Daloc | | NOK 2 878,68 | (eksl. mva.) | Tilsendt på mail |
| | Montering av Daloc S30 | | RK Bygg | NOK 5 940,00 | (eksl. mva.) | Telefonsamtale |
| | Montering av Daloc T0 | | RK Bygg | NOK 5 590,00 | (eksl. mva.) | Telefonsamtale |

14. Appendiks E – Kostnad for vegger/tak

Kostnad til vegger/tak

| Nummer | Kostnadselement | Pris pr. m2 | Innbefatter | Kilde | Innhetet |
|---------------|--|--------------|-------------------------------|---------------|-----------------|
| 02.3.6.3.0100 | Gipsplate, et lag på innside yttervegg, t = 13 mm | NOK 170,75 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Norsk Prisbok | norskprisbok.no |
| 02.3.2.1.0195 | Bindingsverk av tre, justert C24, 48 mm x 98 mm | NOK 87,35 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Norsk Prisbok | norskprisbok.no |
| 02.4.6.3.0200 | Plateledning, på innervegger, kryssfiner, t = 12 mm | NOK 292,25 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Norsk Prisbok | norskprisbok.no |
| 02.4.6.3.0210 | Plateledning, på innervegger, sponplate, t = 12 mm | NOK 171,85 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Norsk Prisbok | norskprisbok.no |
| 02.3.1.3.0110 | Bindingsverk av stål, 170 mm, c/c 600 mm | NOK 356,98 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Norsk prisbok | norskprisbok.no |
| 312276 | Stålplate, S355J2+N, 3x1250x2500mm. 24 kg/m2 - 22,97 kr/kg | NOK 551,28 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Norsk Stål | Norskstål.no |
| 317297 | Sliteplate, Hardox 450, 4x1500x3000mm. 32 kg/m2 - 45,72kr/kg | NOK 1 463,04 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Norsk Stål | Norskstål.no |
| | Montering av stålplate, S355J2+N, 3x1250x2500mm | NOK 816,00 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Skanska | e-post |
| | Montering av stålplater, Hardox 450, 4x1500x3000mm | NOK 850,00 | (inkl. montering, eksl. mva.) | Skanska | e-post |

15. Appendiks F – Innbrudds- og bevegelsestid

Innbruddstid

| Sikringsklasse | Charlie-aktør (min) | Kilde | Innhentet |
|----------------|---------------------|-------|-------------------------------|
| 1 | 1 | NKSB | Sikringshåndboka (NKSB, 2016) |
| 2 | 3 | NKSB | Sikringshåndboka (NKSB, 2016) |
| 3 | 5 | NKSB | Sikringshåndboka (NKSB, 2016) |
| 4 | 15 | NKSB | Sikringshåndboka (NKSB, 2016) |
| 5 | 20 | NKSB | Sikringshåndboka (NKSB, 2016) |

Bevegelsestid

| Hvor | Hastighet (m/s) | Kilde | Innhentet |
|-------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| horisontalt | 2,38 | Forsvaret | forsvaret.no (Forsvaret, 2015) |
| i trapper | 1,21 | University College of London | Studie (Fujiyama & Tyler, 2004) |

16. Appendiks G – Elektronisk vedlegg

Elektronisk vedlegg inneholder:

1. Excel-modell for analysen
2. Oversikt over data brukt i analysen

For tilgang til elektronisk vedlegg ta kontakt med forfatter eller veileder av oppgaven.

Forfatter

Dag Helge Birkeland

dag.h.birkeland@gmail.com

Veileder

Tor Kristian Stevik

tor.stevik@nmbu.no



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway