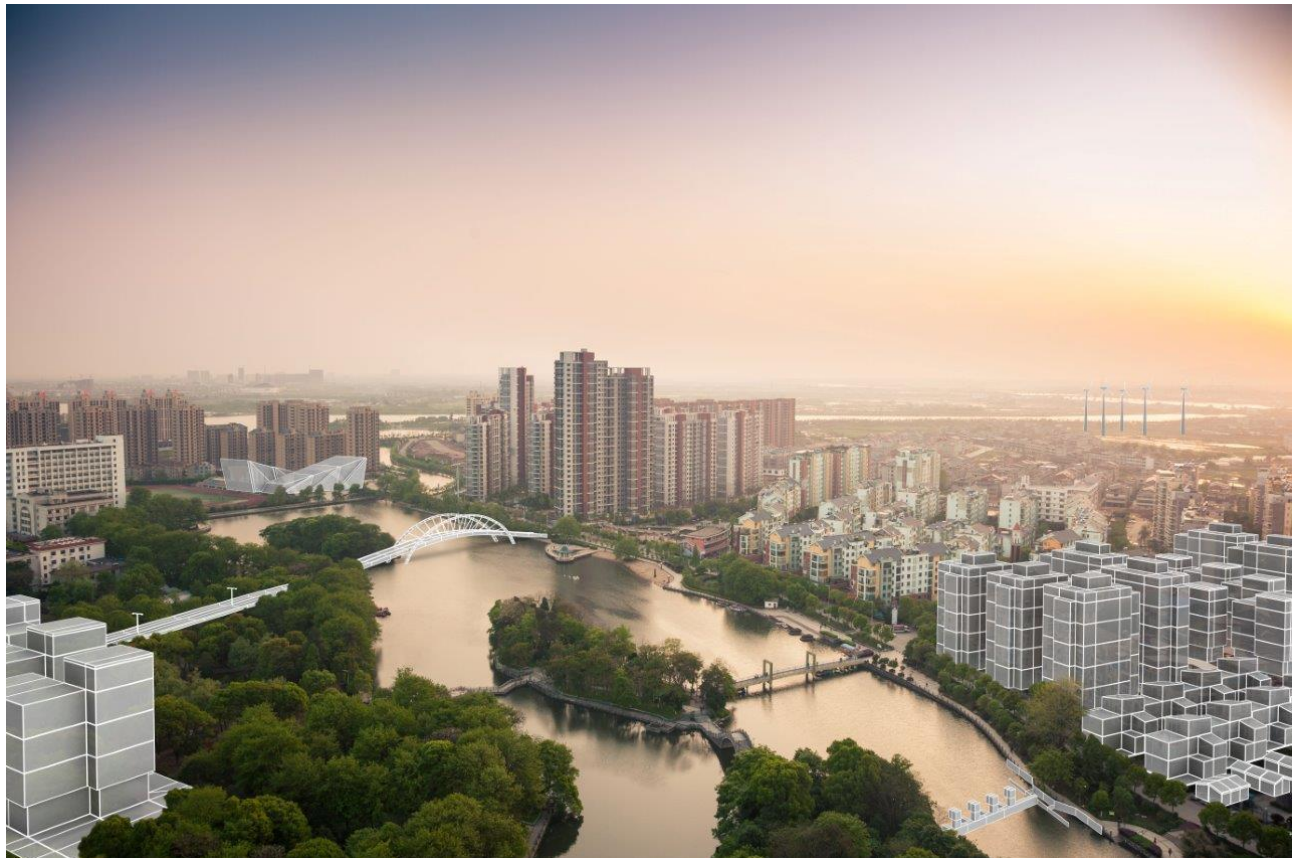


---

NOTAT

---

## Risikovurdering av transformatorrom i matfiskanlegg ved Raudbergvika



Kunde: Artec Aqua AS

Prosjekt: Matfiskanlegg Raudbergvika Sunnlyvsfjorden  
Bistand RIE

Prosjektnummer: 10220792

Dokumentnummer: 10220792\_risikovurdering trafo Rev.: 02

## Sammendrag:

Det er gjort en risikovurdering hvor det er sett på konsekvensene av en eksplosjon i en trafostasjon som blir plassert i en fjellhall uten mulighet til å ha ventilasjonsåpninger ut i friluft. Det er i tidlig design inkludert et avlastningsrom mellom transformatorrommene og selve produksjonshallene.

Simuleringene viser at et design med et avlastningsrom utenfor trafo-rom er velegnet for å minske konsekvensene i produksjonshallene, der det vil oppholde seg driftspersonell. Ved å undersøke forskjellen mellom 4 m og 6 m bredde på avlastningshall ser man økt bredde har en veldig god effekt på eksplosjonsovertrykket i produksjonshallene med tanke på sikkerheten for personell.

Det konkluderes med at det vil være mulig å designe anlegget på en slik måte at eksplosjonsovertrykket blir akseptabelt, slik at det vil være trygt for mennesker å oppholde seg i fjellhallen.

Følgende anbefalinger er identifisert:

- Analysere i detalj hvordan en brann kan håndteres inne i fjellhallen.
- Analysere beskyttelsen transformatorene har mer grundig i senere faser for å forstå potensielle scenarier.
- Designe avlastningsrommet sånn at det er stort nok til å ta unna trykket og minimere trykket som «unnslipper» og går videre inn i produksjonshallene.
- Vurdere om en luftsluse (dobbel dør) e.l. kan redusere trykket i produksjonshallene enda mer.
- Gjøre en risikovurdering av hele matfiskanlegget både inni og utenfor fjellet, samt at det gjøres en analyse av evakuering av personell ved en uønsket hendelse.
- Gjøre en beredskapsanalyse og lage en beredskapsplan både for byggefase og for normal drift.
- Gjøre risikovurderinger av byggeaktiviteter mtp. risiko for mennesker, miljø og materielle verdier, samt utførende anleggsarbeidere (SHA iht. Byggherreforskriften).
- Gjøre en sikringsrisikovurdering av ferdig anlegg mtp. tilsiktete uønskede handlinger (terror, sabotasje, hærverk osv.)

## Rapporteringsstatus:

- Endelig  
 Oversendelse for kommentar  
 Utkast

<b>Utarbeidet av:</b> Kristin Hope Kjellevoid	<b>Sign.:</b>
<b>Kontrollert av:</b> Lars Agnar Falch	<b>Sign.:</b>
<b>Prosjektleder:</b> Lars Agnar Falch	<b>Prosjekteier:</b> Cato Berg

## Revisjonshistorikk:

02	08.02.2021	Revidert noen setninger i vedlegget.	NOKRIK	NOFALC
01	04.02.2021	Revidert noen skrivefeil i vedlegget.	NOKRIK	NOFALC
00	29.01.2021	Første utgivelse av notat.	NOKRIK	NOFALC
<b>Rev.</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet av</b>	<b>Kontrollert av</b>

# Vedlegg 1

Vedlegg 1 Teknisk notat – Eksplosjonsanalyse av transformatorrom

SWECO

## EKSPLOSJONSANALYSE AV TRANSFORMATORROM

TEKNISK NOTAT

ST-16294-2

Type dokument:

Teknisk notat

Rapport tittel:

Eksplosjonsanalyse av transformatorrom

Kunde:

Sweco

## OPPSUMMERING:

Safetec har gjennomført en analyse av konsekvenser ved en eksplosjon i transformator lokalisert inne i fjellet i Raudbergvika. Studien er en mulighetsstudie for å avdekke hvorvidt konsekvensene av en trafo-eksplosjon i fjellhallen er akseptable, og om det er mulig å plassere transformatorer i fjellhallen.

Simuleringene viser at et design med et avlastningsrom utenfor trafo-rom er velegnet for å minske konsekvensene i produksjonshallene, der det vil oppholde seg driftspersonell. Ved å undersøke forskjellen mellom 4 m og 6 m bredde på avlastningshall ser man økt bredde har en veldig god effekt på eksplosjonsovertrykket i produksjonshallene.

Det konkluderes med at det vil være mulig å designe anlegget på en slik måte at eksplosjonsovertrykket blir akseptabelt, slik at det vil være trygt for mennesker å oppholde seg i fjellhallen.

Dokument nr. <b>ST-16294-2</b>				
Forfattere <b>R. Niemi</b>				
<i>Referanse til deler/utdrag av dette dokumentet som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.</i>				
Rev.	Dato	Grunn for rev.	Kontrollert	Godkjent
1.0	26.01.2021	Utkast	J. Dahlsveen	A. Rydock
2.0	03.02.2021	Endelig	J. Dahlsveen	A. Rydock
3.0	05.02.2021	Endelig, mindre endringer	J. Dahlsveen	A. Rydock

## Innhold

1	INNLEDNING .....	4
1.1	Forkortelser .....	4
2	BASIS FOR ANALYSEN .....	5
2.1	Transformatorene .....	5
2.2	Ventilasjon og trykkavlastning .....	5
2.3	Avlastningsrom .....	7
2.4	Presentasjon av trykk .....	7
3	METODE.....	8
3.1	Transformatorfeil .....	8
3.2	Beregning av mengde gass .....	8
3.3	Gasskomposisjon .....	9
3.4	Geometrimodell .....	9
3.5	Eksplisjons simuleringer .....	10
3.6	Konsekvenser .....	11
4	RESULTAT.....	12
4.1	Transformatorrom.....	12
4.2	Avlastningsrom.....	13
4.3	Produksjonshallene .....	14
5	DISKUSJON OG OPPSUMMERING.....	16
6	REFERANSER .....	17

## 1 INNLEDNING

Ved prosjektering av fiskeoppdrettsanlegg inne i en fjellhall ble Safetec spurt om å analysere konsekvensene ved en transformatoreksplosjon. Transformatorene plasseres i tekniske rom mellom fjellhallene.

Ved hjelp av CFD verktøyet FLACS er traforom og nærliggende rom modellert i 3D og det er simulert et sett med eksplosjonssimuleringer for å beregne eksplosjonstrykk. Målet er å konkludere om det er mulig å bygge et slikt anlegg. Relevante eksplosjonsscenarioer er valgt basert på mottatt informasjon om transformatorene i trafostasjonen.

Denne analysen er begrenset til konsekvensene av en katastrofal hendelse som fører til en sekundær eksplosjon på utsiden av transformatoren. Det er ikke vurdert sannsynligheten for denne katastrofale hendelsen eller diskutert frekvensreducerende sikkerhetstiltak som er planlagt for transformatorene eller trafostasjonen som helhet.

Basis for analysen presenteres i avsnitt 2, metoden presenteres kort i avsnitt 3 og resultatene presenteres i avsnitt 4. En oppsummering av resultatene blir gitt i avsnitt 5.

### 1.1 Forkortelser

Forkortelsene benyttet i dette tekniske notatet er presentert under:

CFD	Computational Fluid Dynamics
FLACS	Flame Acceleration Simulator

## 2 BASIS FOR ANALYSEN

### 2.1 Transformatorene

Det legges opp til bruk av transformatorer med spesiell, forhøyet beskyttelse (Ref. 1). Beskyttelsen består blant annet av:

- Bruk av lite brennbar isolervæske type K, Naturlig Ester FR3, brennpunkt < 300°C
- Oljeoppsamling
- Transformatorbeholderen typeprøves og tåler et overtrykk på 1,05 barg
- Sikkerhetsventil 0,7 barg
- Beskyttelse mot overbelastning og kortslutning

Det er i denne analysen ikke gått inn i detaljene på beskyttelsen. For konsekvensvurderingene er det antatt at det er minimalt med beskyttelse. Dette er valgt som en konservativ tilnærming i denne tidlige fasen av studien for å unngå overraskelser senere. Det anbefales at beskyttelsen transformatorene har analyseres mer grundig i senere faser for å unngå overdimensjonering av sikkerheten.

Totalt fire transformatorer er planlagt. Det er mulig å plassere disse enten to og to sammen eller hver for seg. I denne analysen er det sett på en transformator i ett transformatorrom som er 6,5 m x 5 m x 4 m stort.

Transformatorrommene antas normalt å være ubemannede.

### 2.2 Ventilasjon og trykkavlastning

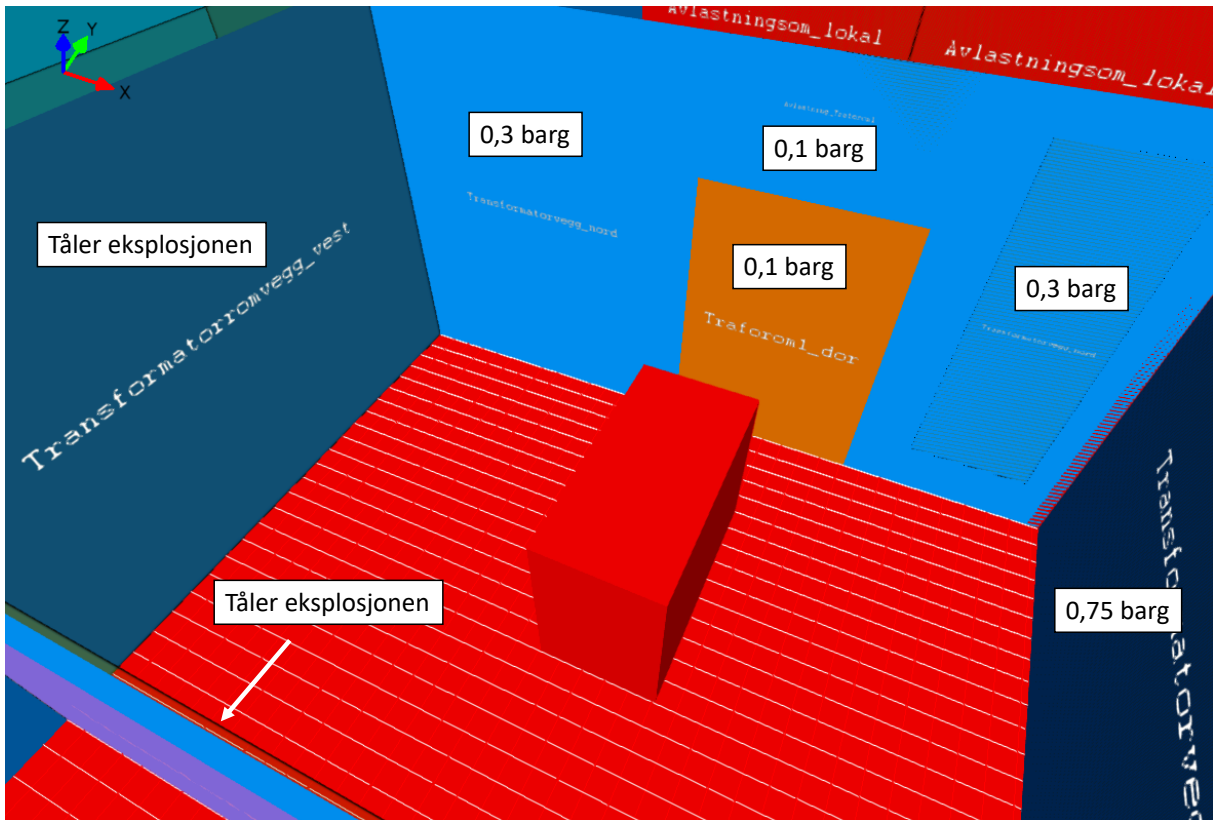
Det vil være behov for ventilasjon og trykkavlastning i transformatorrommene. Detaljer rundt dette er ikke klart, så i denne analysen er det gjort en del antagelser.

Det er antatt følgende svakheter i vegger/dører:

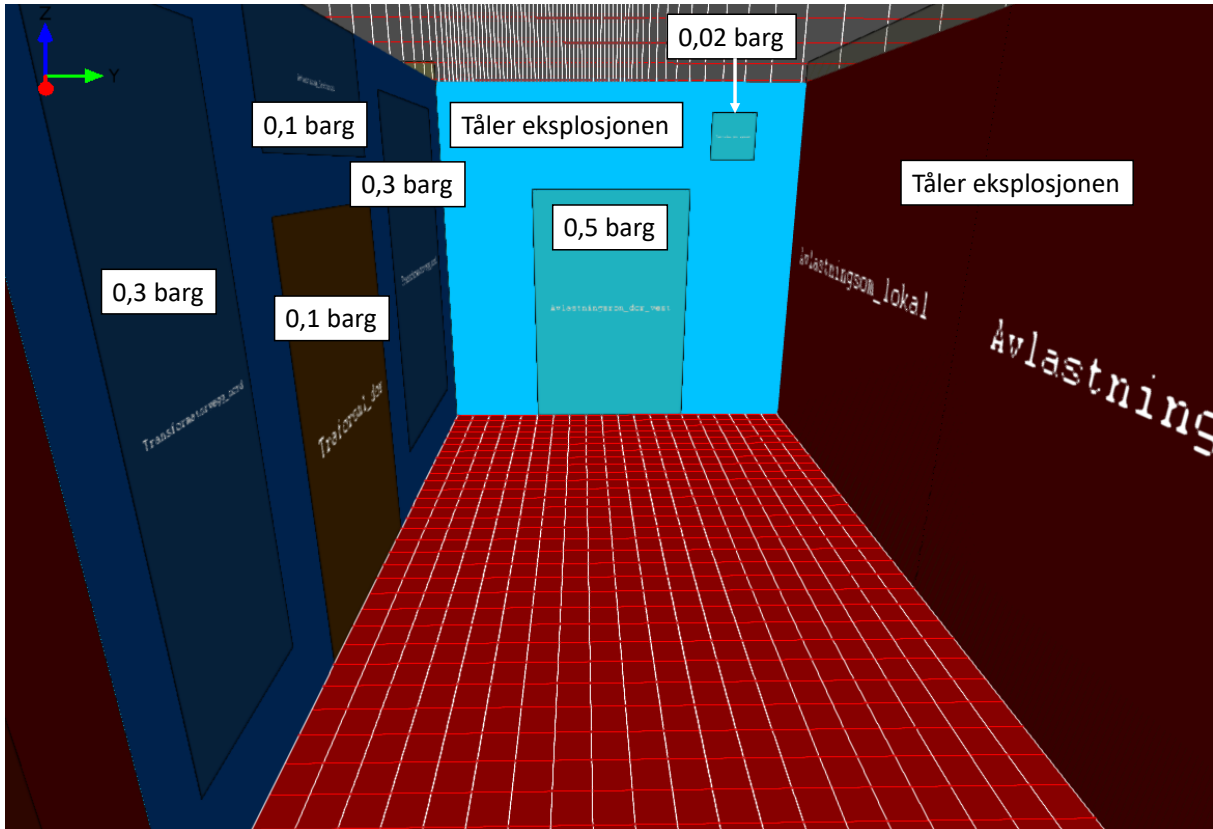
- Vegg mellom transformatorrommene antas å tåle 0,75 barg
- Transformatorvegg mot produksjonshallen og mot sør antas å tåle den eksplosjonen som oppstår
- Transformatordør mot nord (inn i avlastningsrom) antas å tåle 0,1 barg og ha en 20 % porøsitet (ventilasjonsribber) når eksplosjonen starter. Døren antas å være 1,8 m x 2,7 m.
- Det antas at det er installert ventilasjonsribber over døra som tåler 0,1 barg og har en 30 % porøsitet når eksplosjonen starter. Åpningen antas å være 1,8 m x 0,8 m.
- Det antas at nordveggen i transformatorrommene (mot avlastningsrom) er designet til å gi etter ved en eksplosjon. Det er lagt inn ett felt til venstre for døra og ett felt til høyre for døra som begge gir etter på 0,3 barg og at det totalt er 9m<sup>2</sup> av veggen som vil gi etter på dette trykket.
- Vegger i avlastningsrommet nord for transformatorrommene antas å tåle eksplosjonen.
- Dør inn til produksjonshallen antas å tåle 0,5 barg
- Det antas også at det vil være noen ventilasjonskanaler som går fra avlastningsrom og ut i produksjonshall (både vest og øst), disse antas å tåle veldig lite (0,02 barg) og være 0,5 m x 0,5 m store.

Antatt tåleevner er presentert i Figur 2.1 og Figur 2.2.





Figur 2.1 Tåleevnen på vegger og dører i transformatorrom, ser mot nord-vest



Figur 2.2 Tåleevnen på vegger og dører i avlastningsrom, ser mot vest. Vegg mot produksjonshall i øst vil være tilsvarende. Vegg til venstre er inn mot transformatorrom som vises i Figur 2.1.

## 2.3 Avlastningsrom

Det er sett på to ulike størrelser på avlastningsrom i analysen. Base case er på 35 m x 4 m x 4 m og sensitiviteten er bredden av rommet økt til 6 m, dvs. 35 m x 6 m x 4 m.

Avlastningsrommet antas å normalt være ubemannet og bare i bruk ved vedlikehold/inspeksjon av transformatorene.

## 2.4 Presentasjon av trykk

Eksplosjonstrykk i presentasjonen presenteres med barg. Se Tabell 2.1 for en oversikt over ulike trykk i ulike enheter og effekten på bygninger/mennesker.

Tabell 2.1 Oversikt over trykk (Ref. 2)

TRYKK [BARG]	TRYKK [PA]	EFFEKT PÅ STRUKTURER	EFFEKT PÅ MENNESKER
0,05	5000	Vindusglass knuser	Lette skader pga. flygende gjenstander
0,10	10 000	Middels skader på hus, vinduer og dører blåses ut og alvorlig skade på tak	Skader pga. flygende gjenstander
0,20	20 000	Bolighus kollapser	Alvorlige skader kan oppstå, dødsfall kan skje
0,30	30 000	De fleste bygninger kollapser	Alvorlige skader, stor sannsynlighet for dødsfall
0,70	70 000	Forsterkede betongbygninger er alvorlig skadde eller ødelagt	De fleste mennesker dør
1,40	140 000	Solid bygde betongbygninger blir alvorlig ødelagt	100 % dødsfall

### 3 METODE

#### 3.1 Transformatorfeil

De aller fleste transformatorfeil fører ikke til katastrofale følger, men vil bli oppdaget tidsnok til å hindre alvorlige konsekvenser. For at en transformatorfeil skal føre til en sekundær eksplosjon utenfor transformatoren starter det med en, eller flere, lysbuer inne i transformatoren. Videre hendelsesforløp er avhengig av hvilke sikkerhetstiltak som er til stede, men dersom disse feiler vil det føre til at gass unnslipper transformatoren og danner en gassky i rommet der transformatoren står. Når denne gasskyen antennes, vil det bli en eksplosjon. I etterkant av eksplosjonen vil oljen som har sluppet ut brenne videre. I denne analysen er det sett på eksplosjonstrykkene som oppstår, da det anses som mulig å løse utfordringene knyttet til den etterfølgende brannen. Det anbefales at det i senere studier også blir sett i detalj på hvordan en brann skal håndteres inne i fjellhallen.

#### 3.2 Beregning av mengde gass

Hvor mye gass som unnslipper transformatoren, er avhengig av en lysbue forårsaket av feil på transformatoren. Volum gass ( $X$ ) er proporsjonal med den elektriske energien ( $E_{Lysbuestyrke}$ ) i en lysbue som er gitt av antall lysbuer ( $n$ ), spenning ( $V$ ), strøm ( $I$ ) og varigheten til lysbuen ( $t$ ):

$$E_{Lysbuestyrke} = \frac{n \times V \times I \times t}{10^6}$$

Energien,  $E_{Lysbuestyrke}$  gis i MJ.

Videre antas det at mengde gass som genereres per lysbueenergi ( $c$ ) ligger på ca. 0,1 m<sup>3</sup>/MJ (Ref. 3). Volumet  $X$  som genereres er dermed:

$$X = E_{Lysbuestyrke} \times c$$

Parameterne brukt i analysen er gitt i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 Parametere brukt i analysen

PARAMETER	
Antall lysbuer	1
Lysbuespenning	22000 V
Lysbuestrøm	15300 A
Lysbuevarighet	0,1 s / 1 s / 2 s
Kortslutningsytelse/kortslutningsenergi	583MVA/58,3MJ
Kortslutningsytelse/kortslutningsenergi	352MVA/35,2MJ
Mengde gass som genereres per lysbueenergi	0,1 m <sup>3</sup> /MJ

I sammenheng med at det dannes gass kan også en del av oljen danne en oljesky som også bidrar til eksplosjonen. Mengden oljesky sammenlignet med gass kan variere avhengig av ulike faktorer. Typisk faktorer brukt i industrien er at for hver mengde med gass som dannes vil det også dannes alt fra ikke noe oljesky til åtte ganger mengden gass. Dvs. 1 liter gass kan totalt være 1 liter gass eller 9 liter gass/oljesky blanding (åtte ganger mengden gass). For denne studien legges det til 4,5 ganger oljesky i tillegg til gassen. Det anses å være en slags middelvei på dette stadiet av denne studien.

Basert på de ulike parameterne er et utfallsrom av mengde gass som dannes etablert. Det er også beregnet hvor stor skya potensielt blir dersom den blandes perfekt med lufta i transformatorrommet, dette beskrives som støkiometrisk skystørrelse. Dette er vist i Tabell 3.2.

Tabell 3.2 Mengde gass

EFFEKTEN I LYSBUEN (MW)	LYSBUEVARIGHET (S)	MENGDE GASS (M3)	ANDEL OLJESPRAY SAMMENLIGNET MED GASS	STØKIOMETRISK SKYSTØRRELSE (M3)
583	0,1	5,83	4,5	201
450	0,1	4,5	4,5	155
400	0,1	4,0	4,5	138
350	0,1	3,5	4,5	120

Transformatorrommet er i denne studien antatt å være 6,5 m x 5 m x 4 m, som tilsvarer et volum på 130 m<sup>3</sup>. I analysen er det derfor sett på en 100 % sky. I tillegg er det også sett på en 50 % sky, da det ikke er realistisk å anta at all gassen blander seg og danner en støkiometrisk sky, noe av gass- og oljesprayblandingen antas å ikke bidra like mye til eksplosjonen.

### 3.3 Gasskomposisjon

Gasskomposisjonen som er brukt i analysen er gitt i Tabell 3.3 (Ref. 3).

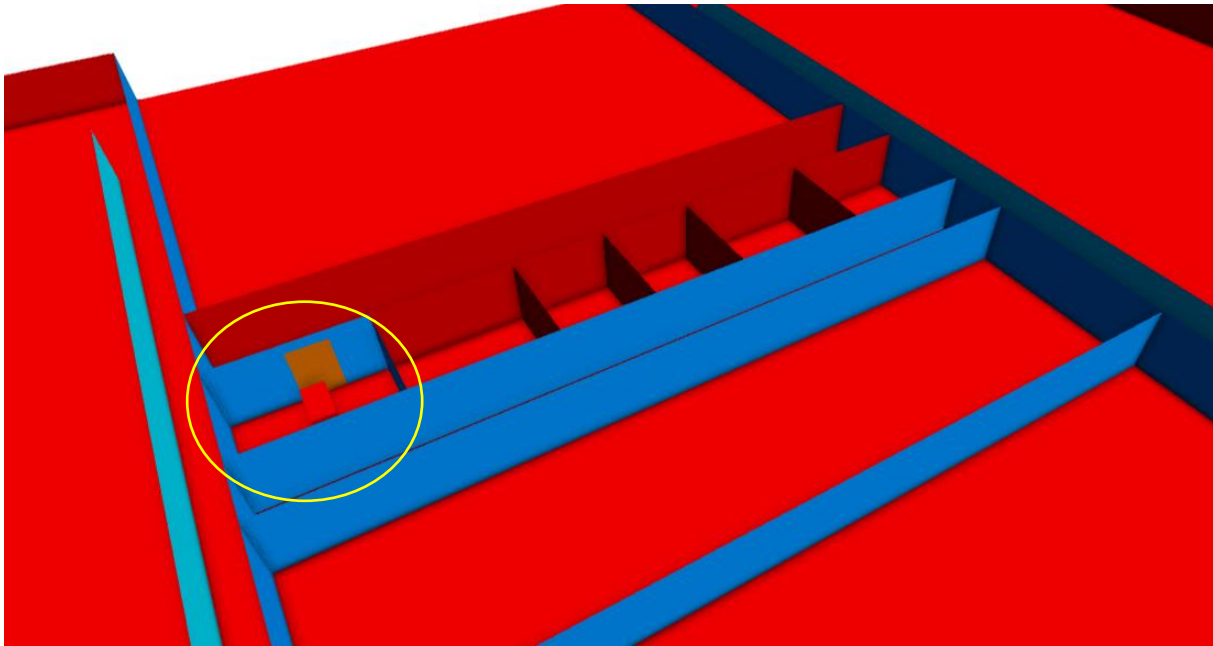
Gasskomposisjonen vil variere basert på feilen som oppstår, temperaturen når gassen dannes og hva slags olje det er. Dersom det dannes en oljespray etter den initiale eksplosjonen vil det i gassen også blandes inn andre stoffer som vil være mindre reaktive enn hydrogen. Det er i denne analysen ikke gjort noen mer detaljerte vurderinger av hva slags gass som vil dannes. Gasskomposisjonen valgt anses å være en svært reaktiv gass og et konservativt valg for denne analysen.

Tabell 3.3 Gasskomposisjon brukt i analysen

GASSKOMPOSISJON	VOLUMPROSENT [%]
Metan	3,5
Acetylene	20,7
Ethylene	2,1
Hydrogen	73,7

### 3.4 Geometrimodell

FLACS modellen er bygget basert på mottatte skisser (Ref. 4). Se Figur 3.1 for et oversiktsbilde.



Figur 3.1 Geometrimodell i FLACS, tenkt nord oppover i figuren

Rommet markert med en gul sirkel i Figur 3.1 er valgt til å simulere i. Til høyre for det rommet er det et til transformatorrom, nord for rommet er det et avlastningsrom som går langs med alle transformatorrom og apparatanleggrom. Til venstre for den gule sirkelen ses produksjonshallen.

### 3.5 Eksplisjonssimuleringer

Basert på beregning av mulig mengde gass som genereres er det simulert et sett med eksplisjonssimuleringer med ulik skylokasjon og tennpunkt i FLACS.

Det er simulert antente gasskyer som fyller 50 % og 100 % av traforommet. Basert på beregninger gjort i Avsnitt 3.2 er dette aktuelle skystørrelser å se på.

Tennpunktene er plassert rundt i hele rommet og representerer både senter-, ende- og hjørne tennpunkt. De ulike tennpunkt plasseringene gir noe forskjellige trykk avhengig av hvordan gassen forbrenner i rommet og er tatt med for å se på variasjon i utfall.

Vegger og utstyr som er større enn ca. 1-2 m vil oppleve et paneltrykk mot seg. Utstyr som er mindre enn 1-2 m vil bli mest påvirket av dragtrykket (eksplisjonsvinden) som kommer etter eksplisjonsfronten.

Det er målt paneltrykk på ulike vegger:

- Innvendige vegger i traforommet
- Bygning vest for trafostasjonen
- Bygning øst for trafostasjonen

I tillegg er det målt dragtrykk inne i traforommet og utenfor.

### **3.6 Konsekvenser**

Det er i denne analysen sett på konsekvensene for mennesker. Som gitt i Avsnitt 2.3 kan mennesker oppleve alvorlige skader/dødsfall fra 0,2-0,3 barg, da i all hovedsak av mulige flygende gjenstander. Ved 0,7 barg vil de fleste mennesker dø, og ved trykk på 1,4 barg antas det 100 % dødsfall.

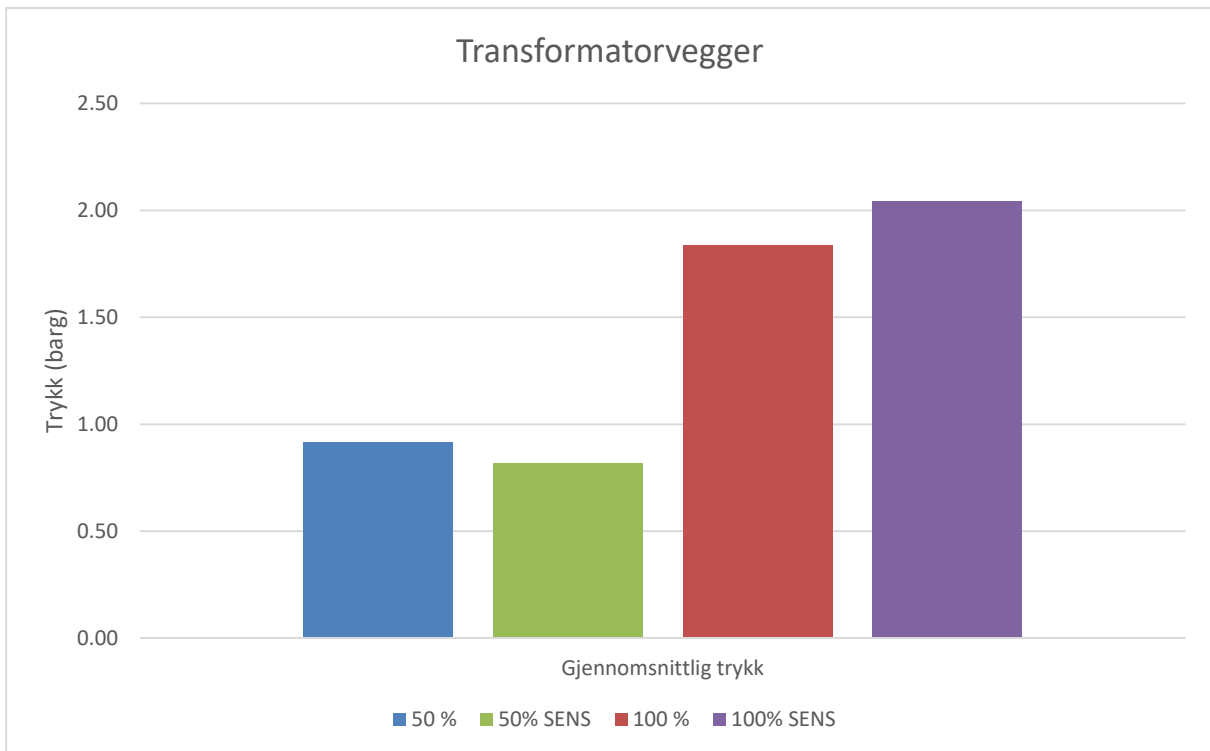
Det vil også være andre konsekvenser for anlegget ved eksplosjonstrykk. Spesielt fiskene vil være vare for eventuelle trykk i området. Det anbefales at dette analyseres mer i detalj i en senere fase av prosjektet.

## 4 RESULTAT

Eksplisjonsmodelleringene er oppsummert for transformatorrom, avlastningsrom og produksjonshall for seg. Resultat fra både base case (4 meter bredt avlastningsrom) og sensitivitet (6 meter bredt avlastningsrom) presenteres sammen.

### 4.1 Transformatorrom

Maksimalt trykk på veggene inne i traforommet er presentert i Figur 4.1 og Tabell 4.1, med støkiometrisk skystørrelse 50% og 100% av transformatorrommets volum. Dragtrykk presenteres i Tabell 4.2.



Figur 4.1 Trykk på innvendige vegger i transformatorrom – sammenligning mellom basecase (avlastningsrom bredde 4 m) og sensitivitet (avlastningsrom bredde 6 m)

Tabell 4.1 Trykk på innvendige vegger i transformatorrom (20 m<sup>2</sup>)

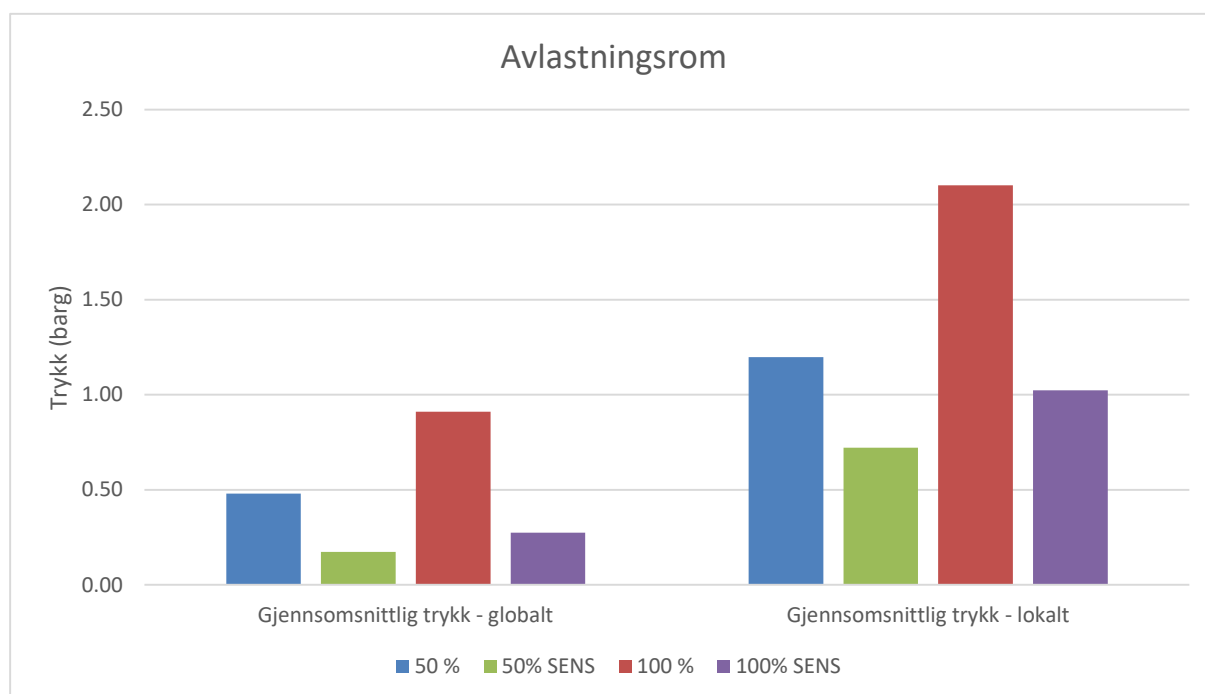
SKYSTØRRELSE	SKYSTØRRELSE [M <sup>3</sup> ]	MAKSIMALT TRYKK [BARG]		GJENNOMSNIITTLIG TRYKK [BARG]	
		Base case	Sensitivitet	Base case	Sensitivitet
50 %	64	1,06	1,03	0,92	0,82
100 %	130	1,84	2,04	1,84	2,04

Tabell 4.2 Dragtrykk i transformatorrom

SKYSTØRRELSE	SKYSTØRRELSE [M <sup>3</sup> ]	MAKSIMALT DRAGTRYKK [BARG]		90 PERSENTILEN DRAGTRYKK [BARG]	
		Base case	Sensitivitet	Base case	Sensitivitet
50 %	64	0,08	0,08	0,05	0,06
100 %	130	0,13	0,19	0,10	0,15

## 4.2 Avlastningsrom

Gjennomsnittlige trykk på langveggen i avlastningsrommet er presentert i Figur 4.2. Maksimale og gjennomsnittlige trykk er presentert i Tabell 4.3 for hele veggen og Tabell 4.4 for 4 x 4 m flater. Dragtrykk presenteres i Tabell 4.5.



Figur 4.2 Gjennomsnittlige trykk globalt og lokalt på langveggen i avlastningsrommet, sammenligning mellom basecase (avlastningsrom bredde 4 m) og sensitivitet (avlastningsrom bredde 6 m)

Tabell 4.3 Trykk på avlastningsrom – globalt (140 m<sup>2</sup>)

SKYSTØRRELSE	SKYSTØRRELSE [M <sup>3</sup> ]	MAKSIMALT TRYKK [BARG]		GJENNOMSNI TT LIG TRYKK [BARG]	
		Base case	Sensitivitet	Base case	Sensitivitet
50 %	64	0,53	0,25	0,48	0,17
100 %	130	0,91	0,27	0,91	0,27



Tabell 4.4 Trykk på avlastningsrom – lokalt (4 x 4 m)

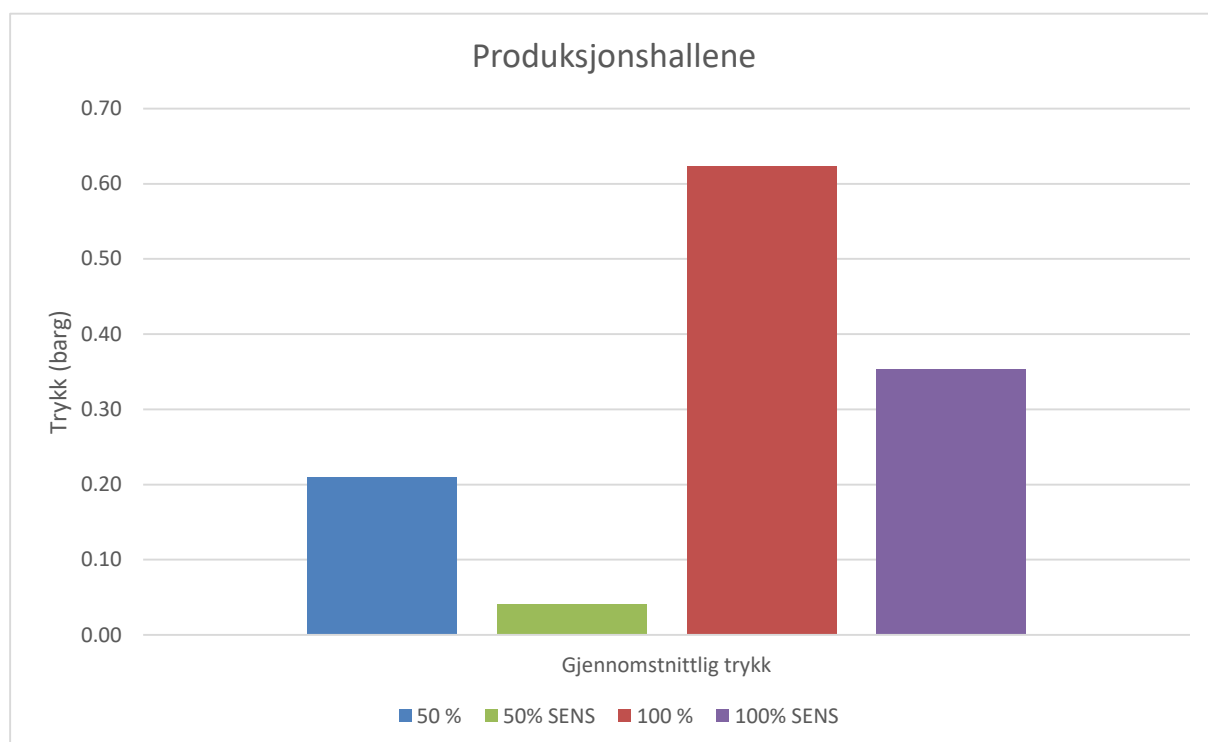
SKYSTØRRELSE	SKYSTØRRELSE [M <sup>3</sup> ]	MAKSIMALT TRYKK [BARG]		GJENNOMSNIITTLIG TRYKK [BARG]	
		Base case	Sensitivitet	Base case	Sensitivitet
50 %	64	1,49	1,10	1,20	0,72
100 %	130	2,10	1,02	2,10	1,02

Tabell 4.5 Dragtrykk i avlastningsrom

SKYSTØRRELSE	SKYSTØRRELSE [M <sup>3</sup> ]	MAKSIMALT DRAGTRYKK [BARG]		90 PERSENTILEN DRAGTRYKK [BARG]	
		Base case	Sensitivitet	Base case	Sensitivitet
50 %	64	0,32	0,33	0,27	0,26
100 %	130	0,44	0,50	0,41	0,25

### 4.3 Produksjonshallene

Gjennomsnittlige trykk på en lokasjon 2 meter på utsiden av avlastningsrommet er presentert i Figur 4.3. Maksimale trykk og dragtrykk i produksjonshallene i utenfor avlastnings-/transformatorrommet er presentert i Tabell 4.6 og Tabell 4.7.



Figur 4.3 Gjennomsnittlige trykk for produksjonshallene, sammenligning mellom basecase (avlastningsrom bredde 4 m) og sensitivitet (avlastningsrom bredde 6 m)

Tabell 4.6 Trykk på tank (4 x 4 m)

SKYSTØRRELSE	SKYSTØRRELSE [M <sup>3</sup> ]	MAKSIMALT TRYKK [BARG]		GJENNOMSNIITTLIG TRYKK [BARG]	
		Base case	Sensitivitet	Base case	Sensitivitet
50 %	64	0,29	0,12	0,21	0,04
100 %	130	0,62	0,35	0,62	0,35

Tabell 4.7 Dragtrykk i produksjonshall

SKYSTØRRELSE	SKYSTØRRELSE [M <sup>3</sup> ]	MAKSIMALT DRAGTRYKK [BARG]		90 PERSENTILEN DRAGTRYKK [BARG]	
		Base case	Sensitivitet	Base case	Sensitivitet
50 %	64	0,26	0,03	0,18	0,03
100 %	130	0,57	0,10	0,45	0,10

## 5 DISKUSJON OG OPPSUMMERING

I denne studien er det sett på konsekvensene av en eksplosjon i en trafostasjon som blir plassert i en fjellhall uten mulighet til å ha ventilasjonsåpninger ut i friluft. Det er i designet inkludert et avlastningsrom mellom transformatorrommene og selve produksjonshallene. I analysen er det studert to ulike størrelser på avlastningsrommet i tillegg til at det ligger en del antagelser til grunn for størrelse på rom og tåleevnen til vegger og dører, disse er beskrevet i Avsnitt 2.1 - 2.3. Det vil i senere faser være nødvendig å justere på denne basisen når flere detaljer er tilgjengelig og design av rom er mer modent.

Basert på informasjon om verst tenkelig energi i en feil i trafoen er det identifisert potensiale for å generere gasskyer som potensielt kan fylle store deler av transformatorrommene. Det anses veldig konservativt at den potensielle gasskyen skal fylle hele rommet med støkiometrisk gass, så det er sett på to ulike størrelser, enten 100 % fylling eller 50 % fylling, der det er 50 % fylling som anses dimensjonerende.

Simuleringene viser at et design med et avlastningsrom er velegnet for å minske konsekvensene i produksjonshallene der det vil være driftspersonell. Forskjellen mellom 4 meter og 6 meter betyr ikke så veldig mye for overtrykkene i transformatorrommet eller avlastningsrommet, men det er en veldig god effekt for trykket videre inn i produksjonshallene. Dette viser at det vil være mulig å designe anlegget trygt for mennesker.

Følgende anbefalinger er identifisert i løpet av studien:

- Det anbefales at det i senere studier også blir sett i detalj på hvordan en brann skal håndteres inne i fjellhallen.
- Det anbefales at beskyttelsen transformatorene har analyseres mer grundig i senere faser for å forstå potensielle scenarioer.
- Det anbefales at avlastningsrommet designes sånn at det er stort nok til å ta unna trykket og minimere trykket som «unnslipper» og går videre inn i produksjonshallene.
- Det anbefales å vurdere om en luftsluse (dobbel dør) e.l. kan redusere trykket i produksjonshallene enda mer.

## 6 REFERANSER

- 1 Møre Trafo, *Transformatorer med spesiell forhøyet beskyttelse*, Mottatt på epost fra Kristin Hope Kjellebold den 18.01.2021
- 2 Zipf et al, *Explosions and Refuge Chambers, Effects of blast pressure on structures and the human body*, <https://www.cdc.gov/niosh/docket/archive/pdfs/NIOSH-125/125-ExplosionsandRefugeChambers.pdf>
- 3 Cigre, *537 Guide for Transformer Fire Safety Practices, Working group A2.33*, June 2013
- 4 Sweco, *Matfiskanlegg EL-rom 1 & 2, 1179 Raudbergvika*, Uoffisiell versjon, Mottatt 13.01.2021