

## RISIKOANALYSE PROSJEKTERING OG DRIFT AV VARMEPUMPE

Væske/vann varmepumpe med propan (R290) kuldemedium



Kunde: KIRKELIG FELLESRÅD I BÆRUM

Prosjekt: JAR KIRKE OG MENIGHETSHUS

Prosjektnummer: 10220725

Dokumentnummer: 1 av x

Rev.: 0

|      |        |             |               |                |
|------|--------|-------------|---------------|----------------|
|      |        |             |               |                |
| 0    | [dato] | ROS-analyse | NOxxx         | NOxxx          |
| Rev. | Dato   | Beskrivelse | Utarbeidet av | Kontrollert av |

# Innholdsfortegnelse

|     |                                                                  |    |
|-----|------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Konklusjon .....                                                 | 3  |
| 2   | Begrensninger .....                                              | 3  |
| 3   | Bakgrunn .....                                                   | 3  |
| 4   | Om installasjonen .....                                          | 4  |
| 4.1 | Oppstilling.....                                                 | 4  |
| 4.2 | Installasjon av varmepumpe .....                                 | 4  |
| 5   | Vurderingskriterier NS-EN378:2016 .....                          | 5  |
| 5.1 | Tilgangskategori.....                                            | 5  |
| 5.2 | Plasseringskategori .....                                        | 5  |
| 5.3 | Kuldemediets giftighet.....                                      | 5  |
| 5.4 | Kuldemediets brannfarlighet .....                                | 5  |
| 5.5 | Vurdering av maksimal fylling .....                              | 5  |
| 6   | Vurdering av sikkerhetstiltak for varmepumpeinstallasjonen ..... | 6  |
| 6.1 | Ventilasjon.....                                                 | 6  |
| 6.2 | Luftmengde .....                                                 | 7  |
| 6.3 | Rømningsveier .....                                              | 7  |
| 6.4 | Verneutstyr ved service.....                                     | 7  |
| 6.5 | Blåseledning fra sikkerhetsventiler .....                        | 8  |
| 6.6 | Varselmerking og skiltplan .....                                 | 9  |
| 6.7 | Ved gasspredning .....                                           | 9  |
| 7   | Vurdering utover NS-EN378 .....                                  | 10 |
| 7.1 | Metodikk .....                                                   | 10 |
| 7.2 | Risikoelementer .....                                            | 12 |
| 7.3 | Anbefaling .....                                                 | 14 |

# 1 Konklusjon

- Nødventilasjon og eventuell blåseledning føres ut til friluft over **tak/vegg**. Disse sikres mot værinntrenging ved f.eks. svane Hals, jethette eller spjeld.
- Det må sikres luft inn til teknisk rom slik at nødvendig luftmengde gjennom kabinettet opprettholdes.
- Kanalgjennomføring gjennom eventuelle brannskiller må utføres iht. brannrapport for bygget.
- Rutiner angående service og håndtering av varmepumpen, og handlingsplan ved eventuell propanlekkasje må opprettes som en del av FDV og leveres til byggets eier.
- Det må plasseres merking/skilt/informasjon i umiddelbar nærhet av utløp fra nødventilasjon og eventuell blåseledning, dør inn til teknisk rom og på kabinett til varmepumpe.
- Sikring av varmepumpe i byggetiden da den fylles med **X** kg propan, med skilting og propandetektor med lys- og lydalarm.
- **Permanent lys- og lydalarm etableres ved varmepumpen og på utsiden av teknisk rom, med tilhørende skilting som forklarer hva det alarmeres om.**

# 2 Begrensninger

ROS-analysen tar for seg varmepumpen med tilhørende kabinett og nødventilasjonsanlegg, samt forhold i teknisk rom og ved utløp på nødventilasjon og eventuell blåseledning. ROS-analysen tar ikke for seg risiko og sårbarhet for andre forhold ellers i bygget.

# 3 Bakgrunn

Risiko- og sårbarhetsanalyse utføres for å kartlegge sannsynlighet og konsekvens av uønskede hendelser, og for å finne hva man kan gjøre for å forhindre det. I tillegg kartlegges det hva som skal gjøres i det tilfellet at noe går galt. Risikovurdering skal bidra til at man kan ta best mulige beslutninger og fatte beste tiltak basert på usikker og mangelfull informasjon.

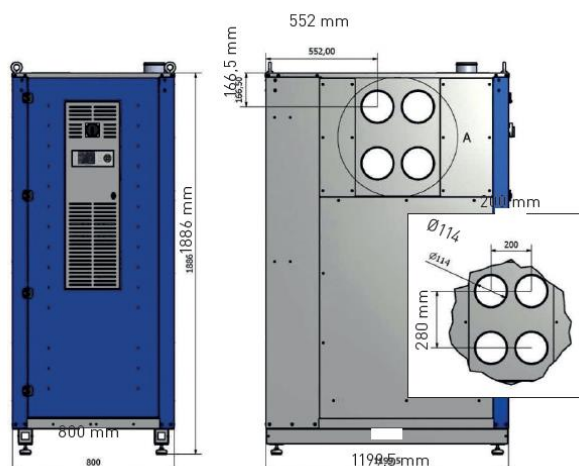
Maskinforskriften, trykkforskriften og forskrift om håndtering av farlig stoff stiller krav til risikoanalyse for kuldeanlegg. Det finnes flere måter å oppfylle krav til en risikovurdering. En av måtene er å følge metoder i en etablert standard for aktuell bransje. I dette tilfellet er NS-EN378:2016 en slik bransjestandard, og metoder fra denne vil bli brukt i denne risikoanalysen. I tillegg til å være en bransjestandard er NS-EN378:2016 også en standard som oppfyller flere lovpålagte forskrifter, blant dem forskrift om håndtering av farlig stoff, og forskrift om trykkpåkjent utstyr. Følges NS-EN378:2016 er man med andre ord innenfor relevant regelverk, og TEK17 vil i de fleste tilfeller også oppfylles når standarden følges.

Det kan likevel være at en utvidet ROS-analyse avdekker forhold eller sikkerhetskrav som går utover det som kreves i NS-EN378:2016.

Videre i risikoanalysen vil det bli referert til begrepet «nødventilasjon». Dette er et eget ventilasjonssystem tilhørende varmepumpeanlegget. Begrepet "nødventilasjon" benyttes for å unngå forveksling med byggets øvrige ventilasjonsanlegg.

## 4 Om installasjonen

Det skal installeres varmepumpe for oppvarming i Jar menighetshus. Kretsen der propan er brukt er kapslet inn i et kabinett og er overvåket av en gassdetektor. En EX-vifte i nødventilasjonsrør tilkoblet kabinettet der varmepumpen står vil **gå konstant** og skape undertrykk i kabinettet. Dette vil ventilere ut eventuelle propanlekkasjer som oppstår.



ILLUSTRASJON SKIFTES TIL AKTUELL  
VARMEPUMPE

Figur 1: Illustrasjon av varmepumpe

### 4.1 Oppstilling

Varmepumpen har følgende data:

- Kuldemedium R290, propan
- Fyllingsmengde i den største kretsen er på **X** kg
- **X** kW nominell varmeeffekt
- Prefabrikkert aggregat iht. NS-EN378:2016 oppstillingskategori IV

### 4.2 Installasjon av varmepumpe

Varmepumpen fylles med X kg propan i teknisk rom før renovering av bygget er ferdig. Da inntre §8 Samordningsplikt og §9 Eksplosjonsverndokument i «Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer».

Installatør må varsle andre parter på byggeplassen om at det er brannfarlig gass på stedet og tilrettelegge for beredskapstiltak ved et eventuelt uhell.

- Merking av kabinett til varmepumpe om innhold av propan ved skilting.
- Gassdetektor med lyd og lyssignal. Alarm skal merkes med skilt slik at det er lett å oppfatte hva den alarmerer for.

Risikoanalyse av selve innlosing og montering av varmepumpen må utføres av entreprenør på stedet iht. internkontrollforskriften.

## 5 Vurderingskriterier NS-EN378:2016

Blant vurderingskriterier er standarden NS-EN378:2018 del 1 tillegg C «Krav til grenseverdier for fyllingsmengde» relevant. Denne tar for seg maksimal tillatt fyllingsmengde for aktuelt kuldemedium med tanke på giftighet, brennbarhet, plassering og tilgangskategori.

Tillegg C definerer tillatt fyllingsmengde etter:

1. Tilgangskategori
2. Plasseringskategori
3. Giftighetsgrense
4. Brannfarlighetsklasse

Når man skal vurdere kuldemediefylling for R290, propan, går man gjennom kriteriene under som vektet iht. NS-EN378-1:2016 tillegg C. Kriteriet som gir lavest fyllingsmengde er det som bestemmer krav til maksimal tillatt fyllingsmengde.

### 5.1 Tilgangskategori

Basert på oppstillingsplass og byggeiers rutiner for tilgang.

Riktig figur hentes fra NS-EN 378-1 tabell 7, understående er et eksempel.

|                        |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Overvåket tilgang<br>b | Rom, bygninger, deler av bygninger, der bare et begrenset antall personer kan oppholde seg, og der noen av dem må ha nødvendig kjennskap til de generelle sikkerhetstiltakene på stedet | Forretnings- eller butikkontorer, laboratorier, steder med generell produksjon og der personer arbeider |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Figur 2: Fra NS-EN 378-1 tabell 7 tilgangskategorier

### 5.2 Plasseringskategori

Maskin er plassert i ventilert kabinett, plasseringskategori IV. Fra NS-EN 378-1 2016:

*Hvis alle deler som inneholder kuldemedium, er plassert i et ventilert kabinett, skal kravene for et oppstillingssted i klasse IV gjelde. Det ventilerte kabinettet skal oppfylle kravene i NS-EN 378-2 og NS-EN 378-3.*

### 5.3 Kuldemediets giftighet

Utleddning av grenseverdi for fyllingsmengde basert på giftighet, tilgangskategori og klassifisering av oppstillingssted. I dette tilfellet er det ingen begrensning av kuldemedium pga. giftighet, da mediet ikke er giftig.

### 5.4 Kuldemediets brannfarlighet

NS-EN378:2016 klassifiserer kuldemedier i fire brennbarhetskategorier etter gitte kriterier: ikke brannfarlig (1), lav brannfarlighet (2L), middels brannfarlighet (2), og høy brannfarlighet (3).

R290 er plassert i kategori 3 – høy brannfarlighet.

### 5.5 Vurdering av maksimal fylling

For å vurdere maksimal fylling per maskin/krets, benyttes tabell C.2 i NS-EN378-2016. Her følger at man ved valgt oppstilling- og tilgangskategori får en begrensning på **X kg** per krets.

Installasjonen med krets på **X kg** er derfor innenfor gjeldende regelverk og tilstrekkelig sikret så lenge øvrige krav i NS-EN378:2016 ellers oppfylles.

## 6 Vurdering av sikkerhetstiltak for varmepumpeinstallasjonen

Krav til maksimal kuldemediefylling er innenfor NS-EN378, og sikkerhetskrav skal minst være på nivå med standarden. For varmepumpen gjelder følgende krav fra NS-EN378:2016.

- Nødventilasjon og blåseledning fra sikkerhetsventiler.
- Sikre avstander til tennekilder fra utløp nødventilasjon og blåseledning fra sikkerhetsventiler.
- Sikker plassering av varmepumpen.
- Kun autorisert tilgang til rommet der maskinen er plassert.

Dette vil som en løsning være innenfor standarden, og gi tilfredsstillende sikkerhet, også for varmepumpeinstallasjoner som er plassert innendørs.

### 6.1 Ventilasjon

Varmepumpen skal ha nødventilasjon tilknyttet kabinettet, for å ha kontroll på propanen ved en eventuell lekkasje. En ex-vifte skaper undertrykk i nødventilasjonskanalen, som fører luften fra kabinett ut, og skaper undertrykk i kabinett.

En ventilasjonskanal med f.eks. jethette blåser luften fra nødventilasjon ut i friluft i ufarlig retning. Dette for å tynne ut eventuell gass og forhindre stagnering av gass. Nødventilasjon drives av ex-sikker vifte. Vifte monteres ved utløp fra bygget for å sikre undertrykk i hele kanalnettet til nødventilasjon.

Nødventilasjonen **går konstant**, men det er ikke nødvendig med UPS eller nødstrøm, da varmepumpen vil stanse ved eventuelt strømbryt. Hvis UPS eller nødstrøm er tilgjengelig kan nødventilasjonens vifte med fordel tilkobles.

Det må være tilstrekkelig tilførsel av luft inn i energisentralen slik at luftmengden gjennom og ut av kabinettet opprettholdes. Prøving av undertrykk i kabinett (minimum 20 Pa) og luftmengde ut av nødventilasjon skal utføres, med og uten stans på byggets ventilasjonsaggregat. Dette for å kontrollere at det kommer tilstrekkelig luft inn til energisentralen.

Branntekniske krav må ivaretas ved eventuell kryssing av brannskiller i bygget.



## 6.2 Luftmengde

### 6.2.15 Krav til ventilerte kabinetter

Når ventilerte kabinetter brukes til kuldemedier i klasse A2L, B2L, A2, B2, A3 og B3 som definert i NS-EN 378 1:2016, tillegg C, gjelder følgende krav.

Kabinettet skal sørge for at det strømmer luft fra rommet og til innsiden av kabinettet. Produsenten skal angi dimensjoner og antall bend på ventilasjonskanalen, i tillegg kan det høyeste trykkfallet i pascal (Pa) angis. Undertrykket i kabinettet skal måles til 20 Pa eller mer, og volumstrømmen til utsiden skal være minst  $Q_{\min}$  med en minste ventilasjonsstrøm på 2 m<sup>3</sup>/h. Ventilasjonskanalens strømningsområde skal ikke begrenses av noen komponenter. Det skal ikke være noen tennkilder plassert i kanalen.

$Q_{\min}$  skal beregnes som følger:

$$Q_{\min} = 15 \times s \times (m_c / \rho) \geq 2 \text{ m}^3/\text{h}$$

der

- $Q_{\min}$  er ventilasjonens volumstrøm (m<sup>3</sup>/h);
- 15 er konstanten som konverterer den 4 minutters lekkasjeraten til en kraftig lekkasjerate (1/h);
- s er 4 (sikkerhetsfaktor);
- $m_c$  er massen av påfylt kuldemedium (kg);
- $\rho$  er densiteten på kuldemediet ved atmosfærisk trykk og 25 °C (kg/m<sup>3</sup>).

Ventilasjonssystemet skal fungere som følger:

- det skal kjøre konstant, luftmengden skal overvåkes kontinuerlig, og kuldeanlegget settes i sikker modus innen 10 s dersom luftmengden reduseres til under  $Q_{\min}$ . Sikker modus skal opprettholdes til luftmengden er gjenopprettet, eller
- det skal aktiveres via en detektor for kuldemediegass før 25 % av LFL nås (se NS-EN 378-1:2016, tillegg E). Sensoren skal plasseres på et egnet sted med hensyn til densiteten til kuldemediet. Sensoren og ventilasjonsfunksjonen skal kontrolleres med regelmessige intervaller i henhold til produsentens anvisninger. Svikt skal indikeres, og en vifte skal slås på og anlegget settes i sikker modus til feilen er rettet.

En typeprøving eller individuell prøving skal utføres for å vurdere samsvar med kravene for ventilasjonssystemet.

NS-EN378-2: Utregning for varmpumpen gir: **X m<sup>3</sup>/h per kabinett**. Dette er minimum og kan med fordel være høyere. Oppstillingssted for maskinen er definert som IV – ventilert kabinett. Nødventilasjonssystemet **går konstant**.

|                                                                          |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{\min}$ (NS-EN378-2)                                                  | <b>X m<sup>3</sup>/h minimum per kabinett</b> |
| <b>Kanaldimensjon, X m kanal, X stk 90° bend og jethette (JTA-1 ØXX)</b> | <b>ØXX nødventilasjon</b>                     |

## 6.3 Rømningsveier

**Gjennom dør og opp trapp til U1.**

## 6.4 Verneutstyr ved service

Personlig verneutstyr som hansker, brannslukker, vernebriller, portabel ex-vifte, personlig gassdetektor etc. medbringes ved serviceinngrep på varmpumpen. Før serviceinngrep skal det utføres en egen risikovurdering iht. Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer. Risikovurdering ved service skal sendes byggets eier og være tilgjengelig på stedet under servicearbeidet.

## 6.5 Blåseledning fra sikkerhetsventiler

Entreprenøren har ansvar for utregning av blåseledning nedstrøms av sikkerhetsventilen(e).

Det er beregnet dimensjon på røret nedstrøms av sikkerhetsventilen iht. NS-EN 13136:2013 Kuldeanlegg og varmepumper trykkavlastningsanordninger med tilhørende rørlengder.

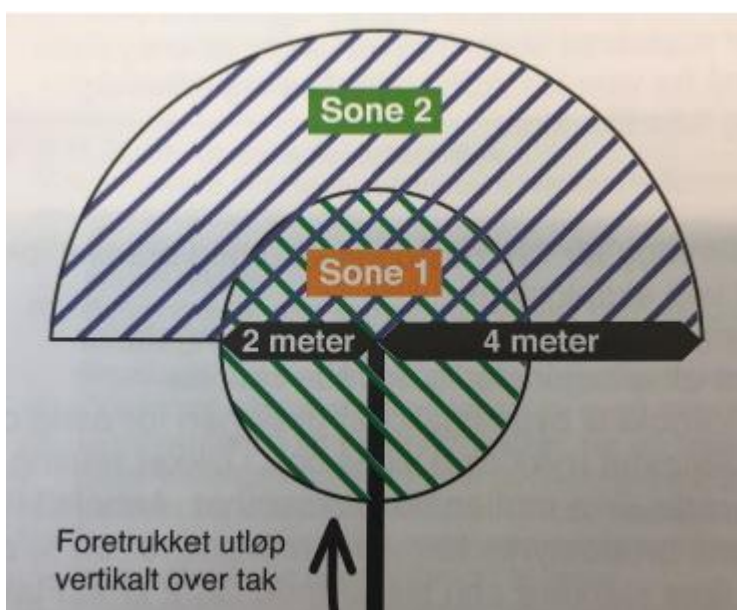
|                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| Sikkerhetsventil                                                            | -    |
| Minste indre diameter ledning etter sikkerhetsventil [mm] (X m rør, X bend) | X mm |

Utblåsningsledningen må ha trykkklasse X bar og materialet må ha samme ruhetskoeffisient som stål eller være glattere.

Propan er tyngre enn luft og vil naturlig legge seg nederst mot gulv eller terreng.

Blåseledning fra sikkerhetsventiler føres til friluft, og avsluttes slik at gassen fortynnes raskest mulig. Propangassen skal ikke ha mulighet til å flyte inn i bygget via kanalnett et l., eller ned i sluk eller drenering. Utblåsningsområdet må være fritt for tennekilder og luftinntak i sonen, som angitt på illustrasjonen under. Blåseledningen avsluttes fortrinnsvis rettet oppover fra tak, slik at ved en eventuell utblåsning i størst grad uttynnes til ubrennbar konsentrasjon.

Viser snitt av hvordan kuleformede sone 1 og halvkuleformede sone 2 plasseres. Sonene indikerer eksplosjons- og brannfare.



Figur 3: Illustrerer sone 1 og 2. (Brannfarlige kuldemedier, Stig Rath, 2018)



## 6.6 Varselmerking og skiltplan

Inngang til teknisk rom og maskiner skal ha nødvendig varselmerking iht. kuldenormen kap. 10.2.10. Det anbefales også lys- og lydalarm på utsiden av døren inn til rommet hvor maskinene er plassert, og inne i selve rommet slik at lekkasje blir godt kommunisert til servicepersonell og utenforstående. Plassering av skilt blir som følger:

- I teknisk rom på kabinett til varmepumpen.
- På døren inn til teknisk rom.
- Ved utløpspunkt for nødventilasjon og blåseledning.

|                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |    |                                                                                      | <b>Plassering 1</b><br><br>Plasseres godt synlig på kabinettet til varmepumpen.                            |
|  |   |  | <b>Plassering 2</b><br><br>På dør inn til teknisk rom.                                                     |
|  |  |                                                                                      | <b>Plassering 3</b><br><br>Settes i umiddelbar nærhet av utløpet til nødventilasjonskanal og blåseledning. |

## 6.7 Ved gasspredning

I tillegg til nødventilasjon og blåseledning må det ved en eventuell lekkasje kontrolleres for stagnert propan i sluk i teknisk rom, da propan er tyngre enn luft og vil kunne samle seg her.

## 7 Vurdering utover NS-EN378

Denne risikoanalysen omfatter selve installasjonen av anlegget, plassering og omliggende forhold. Leverandør/entreprenør er ansvarlig for risikoanalyse av konstruksjonen av anlegget, utførelse og driftsmessige forhold.

Vedrørende service må det gjennomføres en egen risikoanalyse.

### 7.1 Metodikk

Risiko angis gjennom å besvare tre spørsmål:

- Hva kan gå galt (hendelse)?
- Hvor sannsynlig er det at det skjer (frekvens)?
- Hvis det skjer, hva er konsekvensen (konsekvens)?

For å kartlegge risiko er en metodikk å kategorisere hendelsene etter en risikomatrise. Matrisen er delt inn etter konsekvens dersom en hendelse inntreffer, samt frekvens/sannsynlighet for at en hendelse skal inntreffe. Ut ifra vurderingen av sannsynlighet og risiko for at en hendelse skal inntreffe, plasseres de ulike hendelsene inn i matrisen som vist under. Hendelsene blir ut ifra dette kategorisert etter farge (grønn-gul-rød).

|                       | 1<br>Ufarlig | 2<br>Farlig | 3<br>Kritisk | 4<br>Meget kritisk | 5<br>Katastrofalt |
|-----------------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|-------------------|
| 5<br>Svært sannsynlig | R5           | R6          | R7           | R8                 | R9                |
| 4<br>Meget sannsynlig | R4           | R5          | R6           | R7                 | R8                |
| 3<br>Sannsynlig       | R3           | R4          | R5           | R6                 | R7                |
| 2<br>Lite sannsynlig  | R2           | R3          | R4           | R5                 | R6                |
| 1<br>Usannsynlig      | R1           | R2          | R3           | R4                 | R5                |

Figur 4: Risikokategori som risikomatrise

For en hendelse som befinner seg i gult område kan risikoen aksepteres, men man er forpliktet til å redusere risikoen så langt som mulig ut ifra en kost/nyttevurdering. Tiltak for å redusere risikoen må derfor vurderes. Når risikoen er uakseptabel (rød), skal den reduseres til et akseptabelt nivå. Grønt er i utgangspunktet greit, men enkle og billige tiltak bør gjøres for å utbedre slike hendelser.

| Kritikalitet                                                                        | Kommentar                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | I utgangspunktet akseptabelt, men det bør vurderes om tiltak skal iverksettes for å redusere risikoen ytterligere                               |
|  | Kritisk vurdering av behovet for å iverksette tiltak, evt. mer detaljerte analyser skal vurderes. Denne vurderingen bør dokumenteres skriftlig. |
|  | Tiltak må iverksettes. Tiltakene skal dokumenteres skriftlig.                                                                                   |

Figur 5: Risikokategori

Man skal alltid først søke etter tiltak som reduserer frekvensen for en hendelse, deretter redusere konsekvensen av en hendelse.

| Nivå | Beskrivelse      | Verdi                         | Kommentar                                                                | Barrierer (hvis relevant vurderingskriterium)                 |
|------|------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1    | Usannsynlig      | Sjeldnere enn 1 gang pr 25 år | Er ikke erfart her, men man har hørt at det har inntruffet andre steder  | To eller flere fysisk/tekniske barrierer                      |
| 2    | Lite sannsynlig  | 1 gang pr 10 år               | Er ikke erfart her, men ved tilsvarende steder                           | En fysisk/teknisk og en eller flere organisatoriske barrierer |
| 3    | Sannsynlig       | 1 gang pr 5 år                | Er erfart her eller er erfart flere ganger ved sammenlignbare steder.    | Flere uavhengige organisatoriske barrierer                    |
| 4    | Meget sannsynlig | 1 gang pr år                  | Er erfart her eller er erfart flere ganger ved andre tilsvarende steder. | En organisatorisk barriere                                    |
| 5    | Svært sannsynlig | Oftere enn 1 gang pr år       | Er erfart tidligere                                                      | Ingen fungerende barriere                                     |

Figur 6: Sannsynlighetsklasse

| Nivå | Beskrivelse   | Person                                   | Driftsforstyrrelser/ produksjon                | Omdømme                                   |
|------|---------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1    | Ufarlig       | Ingen personskader                       | Ingen                                          | Lav omdømme-konsekvens                    |
| 2    | Liten         | Få og små personskader                   | Forstyrrelse av daglig driften                 | Mindre omtale i lokalt media              |
| 3    | Betydelig     | Få, men alvorlige personskader           | Deler av bedriften settes ute av drift         | Negativ omtale i lokalt media             |
| 4    | Meget kritisk | Flere alvorlige personskader, varige mén | Kritiske deler av bedriften sette ut av drift. | Negativ omtale i riksdekkende media       |
| 5    | Katastrofalt  | Alvorlig skade/død hos en eller flere    | Bedriften settes ut av drift i lengre periode  | Sterk negativ omtale i riksdekkende media |

Figur 7: Konsekvensklasse

## 7.2 Risikoelementer

I tabellen under er det oppsummert ulike faremoment. Disse faremomentene er innenfor risikoanalyse med basis i NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger.

**VIKTIG!** Hendelsene må tilpasses hvert enkelt prosjekt, tabellen under viser noen eksempler. Det er disse vurderingene som vil bli gjennomgått ved et evt. uhell/ulykke.

|     | Hendelse                                                      | Årsak                                                           | SK | Konsekvens       | KK | Nivå før | Tiltak                                                                                                                                                                                              | Nivå etter |
|-----|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----|------------------|----|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1   | Utblåsning av propan fra blåseledning og/eller nødventilasjon | Lekkasje fra maskin eller utblåsning fra sikkerhetsventiler(er) | 3  | Brann/eksplosjon | 3  | R5       | Konsekvensbegrensende tiltak:<br><br>Sikker plassering av utløp fra nødventilasjon og sikkerhetsventiler på tak. Sikker retning på luftstrømmen fra nødventilasjon for utblanding av brennbar gass. | R3         |
| 1.1 | Propan i taksluk                                              | Lekkasje fra maskin eller utblåsning fra sikkerhetsventiler(er) | 1  | Brann/eksplosjon | 3  | R3       | Årsaksforebyggende tiltak:<br><br>Blåseledning avsluttes i nødventilasjon slik at eventuell lekkasje tynnes ut.                                                                                     | R1         |
| 1.2 | Lekkasje fra nødventilasjon pga. overtrykk                    | Lekkasje i nødventilasjon etter vifte                           | 1  | Brann/eksplosjon | 2  | R2       | Årsaksforebyggende tiltak:<br><br>Tennkilder i nærheten av nødventilasjon med overtrykk fjernes                                                                                                     | R2         |
| 2   | Propan i teknisk rom/ i sluk i teknisk rom                    | Lekkasje fra nødventilasjonen eller kabinett ved viftestopp     | 2  | Brann            | 2  | R3       | Årsaksforebyggende tiltak:<br><br>Fokus på å tett forbindelser på kanal til nødventilasjon.<br><br>Kontinuerlig nødventilasjon tynner ut eventuell lekkasje.                                        | R2         |

|     |                                                                                                                                                          |                                                                                                                  |   |                                |   |    |                                                                                                                                                                                      |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3   | Små mengder propan i luftepotter og vakuumavgasser                                                                                                       | Lekkasje av propan fra varmevekslere inn i vannkrets for så at det utluftes av luftepotte eller vakuum avgasser. | 1 | Brann                          | 2 | R2 | Konsekvensbegrensende tiltak:<br><br>Automatiske luftepotter og vakuumavgasser plasseres i energisentral slik at det er kontroll over evt. stagnasjonspunkt.                         | R2 |
| 5   | Uvedkommende/ikke kvalifisert personell får tilgang til maskinene                                                                                        | Dårlige rutines, ingen fysiske hindre.                                                                           | 3 | Personskade, materielle skader | 2 | R4 | Årsaksforebyggende tiltak:<br><br>Låst dør inn til energisentral og rutiner på hvem og hvordan sertifisert personell får tilgang til maskinen.                                       | R3 |
| 6   | Utenforstående misforstår sin egen risiko knyttet til utløpet ved nødventilasjonskanalen og blåseledningen på taket. Eksempelvis varmearbeider på taket. | Dårlig kommunikasjon. Misforståelser.                                                                            | 1 | Personskade, materielle skader | 2 | R2 | Årsaksforebyggende tiltak:<br><br>Kommunikasjon gjennom skilting. Symboler og tekst ved utløp.                                                                                       | R2 |
| 7   | Utenforstående misforstår risikoen knyttet til maskinene.                                                                                                | Kommunikasjon gjennom skilting. Symboler og tekst                                                                | 2 | Personskade, materielle skader | 2 | R3 | Årsaksforebyggende tiltak:<br><br>Kommunikasjon gjennom skilting. Symboler og tekst                                                                                                  | R2 |
| 8   | Uhell under byggeperioden                                                                                                                                | Flerspråklig byggeplass                                                                                          | 2 | Personskade, materielle skader | 2 | R3 | Årsaksforebyggende tiltak:<br><br>Informering av skilting med symboler, ikke kun tekst                                                                                               | R2 |
| 8.1 | Lekkasje av propan fra varmepumpen under byggeperioden                                                                                                   | Arbeider som kan medføre tennekilder i umiddelbar nærhet av varmepumpen                                          | 3 | Brann/ eksplosjon              | 3 | R5 | Konsekvensbegrensende tiltak:<br><br>Propandetektor med lyd og lysalarm.<br><br>Årsaksforebyggende tiltak:<br><br>Kommunikasjon gjennom skilting. Symboler og tekst i byggeperioden. | R3 |
| 9   | Uhell under service                                                                                                                                      | Dårlige service rutiner, ufaglært personell                                                                      | 3 | Brann/ eksplosjon              | 4 | R6 | Årsaksforebyggende tiltak:                                                                                                                                                           | R3 |

|  |  |  |  |                                |  |  |                                                                                                         |  |
|--|--|--|--|--------------------------------|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  | Personskade, materielle skader |  |  | Krav om at service utføres av kvalifisert personell og det gjennomføres risikoanalyse før hvert inngrep |  |
|--|--|--|--|--------------------------------|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 7.3 Anbefaling

I henhold til risikovurderingen over, er det tydelig at kritisk risiko hovedsakelig gjelder for operasjoner ved inngrep på varmepumpen og mindre kuldemedielekkasjer. Med årsaksforebyggende og konsekvensforebyggende tiltak som beskrevet over, anses risikoen som lav og akseptabel.

For byggherre skal minimum følgende tiltak gjøres for egne rutiner:

- Det utarbeides sikkerhetsrutine for innleid servicepersonell for varmepumpen.
  - Det utføres en risikoanalyse vedrørende serviceinngrep.
  - Det kreves blant annet at disse er sertifisert for arbeid med brennbare kuldemedier.
  - Serviceintervall for å forebygge lekkasjer og andre uønskede situasjoner.
- Det implementeres en rutine/opplæring for personell som har adgang til teknisk rom. Denne skal si noe om farer med installasjonen og hvordan personale skal ivareta sikkerhet.
- Det utarbeides og implementeres en rutine som tar for seg uønskede hendelser, som f.eks. deteksjon av høy konsentrasjon av kuldemedium og brann.