

1 INNLEDNING	14
1.1 FORMÅL	14
1.2 STATUS	14
1.3 OPPBYGGING OG BRUK	14
1.4 IKRAFTTREDEN OG OPPDATERING	14
 2 LOVER OG REGLER I TILKNYTNING TIL KULDEANLEGG OG VARMEPUMPER	 15
2.1 REGELVERKET	15
2.2 LOVER OG FORSKRIFTER	15
2.3 TEKNISKE STANDARDER OG ANERKJENTE NORMER	16
2.4 CE-MERKING	16
 3 OVERORDNEDE KRAV	 18
3.1 GENERELT	18
3.2 KRAV I HENHOLD TIL PLAN- OG BYGNINGSLOVEN (PBL)	18
3.2.1 Generelt	18
3.2.2 Lovens bestemmelser relatert til kuldeanlegg og varmepumper	18
3.3 REGELVERK MED HJEMMEL I BRANN- OG EKSPLOSJONSVERNLOVEN	20
3.3.1 Generelt	20
3.3.2 Risikoanalyse	20
3.3.3 Oversikt over forskrifter under loven	21
3.3.4 Trykkforskriften	22
3.3.5 Forskrift om håndtering av farlig stoff	27
3.3.6 ATEX-forskriftene	29
3.4 REGELVERK MED HJEMMEL I MILJØVERNLOVGIVINGEN	30
3.4.1 Generelt	30
3.4.2 Regulering av ozonreduserende kuldemedier	30
3.4.3 Regulering av fluorholdige gasser (F-gasser)	30
3.4.4 Levering av kuldemedier m.m. til godkjent mottak	32
3.4.5 Levering av EE-avfall til godkjent returselskap	32
3.4.6 Kassering av kjøretøy	33
3.5 MASKINFORSKRIFTEN	33
3.6 ØKODESIGNFORSKRIFTEN OG ENERGIMERKEFORSKRIFTEN	34
3.7 ANDRE RELEVANTE DIREKTIVER/FORSKRIFTER	35

3.8 FOREBYGGENDE TILTAK MOT LEGIONELLA	35
3.9 KRAV TIL KVALIFIKASJONER OG OPPLÆRING	36
3.9.1 Generelt	36
3.9.2 Særskilte krav til kvalifikasjoner	37
3.9.3 Drifts- og vedlikeholdspersonell	37
4 KLASSIFISERING	39
4.1 SYSTEMTYPER	39
4.1.1 Direkte systemer	39
4.1.2 Indirekte systemer	39
4.2 LOKALER	39
4.2.1 Oppholdssted, romvolum	39
4.2.2 Andre lokaliteter	41
4.3 OPPSTILLINGSSTEDER FOR KULDEANLEGG OG VARMEPUMPER	41
4.4 KULDEMEDIER	42
4.4.1 Generelt	42
4.4.2 Kuldemediers drivhusvirkning	43
4.4.3 Sikkerhetsklasser	43
4.5 KULDE- OG VARMEBÆRERE (SEKUNDÆRMEDIER)	45
4.5.1 Generelt	45
4.5.2 Kulde/varmebærer som utnytter følbar varme	45
4.5.3 Kuldebærer som utnytter latent varme	46
5 GENERELLE KRAV TIL SIKKERHET, MILJØ OG ENERGI	47
5.1 GENERELT	47
5.2 VALG AV SYSTEMLØSNING	47
5.3 VALG AV KULDEMEDIUM	47
5.4 OPPSTILLING AV ANLEGG	48
5.4.1 Myndighetskrav	48
5.4.2 Andre krav til oppstillingen	48
5.4.3 Begrensninger i kuldemediefyllingen	49
5.4.4 Særskilte regler for isbaner	52
5.5 GASSDETEKSJON, VARSLING OG ALARM	52
5.5.1 Generelt	52

5.5.3	Installasjon og kontroll/vedlikehold av gassdetektorer	53
5.5.4	Aktivering av alarm	54
5.6	ELEKTRISKE INSTALLASJONER	54
5.7	SIKKERHET I KJØLE- OG FRYSEROM	55
5.8	VERNEUTSTYR	55
5.8.1	Generelt	55
5.9	SIKRING MOT UTSLIPP	56
5.9.1	Generelt	56
5.9.2	Redusert utslippspotensial	56
5.9.3	Hindre/begrense utslipp	57
5.9.4	Utstyr for å oppdage lekkasje	58
5.9.5	Drift og service av kuldeanlegg og varmepumper	58
5.10	BETINGELSER FOR RASJONELL ENERGIBRUK	58
5.10.1	Generelt	58
5.10.2	Konstruktive forhold	58
5.10.3	Dimensjonering av rør	59
5.10.4	Instrumentering	59
5.10.5	Driftsmessige forhold	60
5.11	MERKING AV KULDEANLEGG OG VARMEPUMPER	60
6	BESKRIVELSE AV ANLEGG	61
6.1	GENERELT	61
6.1.1	Formål	61
6.1.2	Typer beskrivelse	61
6.1.3	Kvalifikasjoner og ansvar	61
6.1.4	Avvik fra norm/standard	61
6.2	RAMMEBESKRIVELSE	61
6.3	TOTALBESKRIVELSE	62
7	ANLEGG, ANLEGGSKOMPONENTER OG UTSTYR	64
7.1	GENERELLE KRAV	64
7.2	TRYKKPÅKJENT UTSTYR	64
7.3	TRYKKNIVÅER I ANLEGGET	65
7.3.1	Tillatt maksimaltrykk (PS, "maximum allowable pressure")	65
7.3.2	Beregningstrykk (konstruksjonstrykk, dimensjonerende trykk)	65

7.3.3	Prøvetrykk ved styrkeprøve av komponenter	66
7.3.4	Prøvetrykk ved styrkeprøve av rørsystemer/hele anlegg	66
7.3.5	Trykk for tetthetsprøve	66
7.3.6	Innstillingstrykk for høytrykksvakt	66
7.3.7	Innstillingstrykk for trykkavlastingsanordning	66
7.3.8	Maksimalt avblåsingstrykk	66
7.3.9	Oversikt	67
7.4	BESKYTTELSE AV ANLEGG	67
7.4.1	Beskyttelse mot høye trykk	67
7.4.2	Beskyttelse mot lave temperaturer	69
7.4.3	Beskyttelse mot brann- og eksplosjonsfare	70
7.5	MERKING AV ANLEGG	70
7.6	MATERIALER	70
7.6.1	Materialkrav i gjeldende forskrifter	70
7.6.2	Kuldetekniske materialkrav	70
7.6.3	Metalliske materialer	70
7.6.4	Ikke-metalliske materialer	72
7.7	KOMPRESSORER	72
7.7.1	Generelt	72
7.7.2	Utrustning	73
7.7.3	Fundamentering og oppretting	73
7.7.4	Sikring mot høyt trykk	73
7.7.5	Sikring mot høy temperatur	74
7.7.6	Sikring mot lavt trykk	74
7.7.7	Sikring mot sviktende smøring	74
7.7.8	Beskyttelse mot væskeslag	74
7.7.9	Litt om dynamiske kompressorer	75
7.7.10	Merking av kompressorer	75
7.8	GENERELT OM TRYKKBEHOLDERE	75
7.8.1	Generelt	75
7.8.2	Konstruksjon og prøving av trykkbeholdere	76
7.8.3	Sikring	77
7.8.4	Instrumentering	77
7.8.5	Merking og dokumentasjon	77
7.8.6	Armatør på trykkbeholdere	77

7.9 TRYKKBEHOLDERE I KULDEANLEGG OG VARMEPUMPER	78
7.9.1 Varvekslere	78
7.9.2 Væskeutskillere	78
7.9.3 Væskesamlere (receivere)	79
7.9.4 Mellomtrykksbeholdere	79
7.9.5 Tømmebeholdere	80
7.9.6 Kuldemedieflasker og transportable kuldemediebeholdere	80
7.10 FORDAMPERE	80
7.10.1 Generelt	80
7.10.2 Luftkjølere	80
7.10.3 Rørkjelfordampere	81
7.10.4 Platefordampere	81
7.10.5 Platefrysere	82
7.10.6 Merking av fordampere	82
7.11 KONDENSATORER	82
7.11.1 Generelt	82
7.11.2 Luftkjølte kondensatorer	82
7.11.3 Rørkjolkondensatorer	83
7.11.4 Fordunsningskondensatorer	83
7.11.5 Merking av kondensatorer	83
7.12 KULDEMEDIEPUMPER	83
7.12.1 Generelle krav	83
7.12.2 Merking av kuldemediepumper	84
7.13 ELEKTROMOTORER	84
7.13.1 Generelle krav	84
7.13.2 Merking	84
7.14 VENTILER	84
7.14.1 Generelt	84
7.14.2 Stengeventiler	84
7.14.3 Automatiske stengeventiler	85
7.14.4 Selvlukkende ventiler	85
7.14.5 Merking av ventiler	85
7.15 NIVÅINDIKATORER	86
7.16 TRYKKMÅLERE	86
7.17 TEMPERATURMÅLERE	86

7.18 ELEKTRONISK AUTOMATISERING OG OVERVÅKING	87
7.18.1 Generelt	87
7.18.2 Sikringssystem	87
7.19 KLARGJØRING, PLASSERING OG MONTASJE AV KOMPONENTER OG UTSTYR	87
 8 RØRSYSTEM OG RØRMONTASJE. SLUTTMONTASJE	89
8.1 GENERELT	89
8.2 MATERIALER	89
8.3 RØRSYSTEM OG RØRFØRING	90
8.3.1 Generelt	90
8.3.2 Trasevalg	90
8.3.3 Samlokalisering av rør	91
8.3.4 Forebygge slag/støt i rørsystemet	91
8.3.5 Oljeretur	91
8.3.6 Forebygge fare ved stumfylling	92
8.3.7 Legging/klamring av rør	92
8.4 RØRSAMMENFØYNING	93
8.4.1 Generelle krav	93
8.4.2 Sveiseforbindelser	93
8.4.3 Loddeforbindelser	94
8.4.4 Løsbare forbindelser	94
8.5 SLANGER OG FLEKSIBLE RØRELEMENTER	95
8.6 SPESIELLE RØRFORBINDELSER	95
8.6.1 Tilslutning av måleinstrumenter, kontroll- og sikkerhetsautomatikk	95
8.6.2 Drenerings- og tømmeledninger	95
8.7 MERKING AV RØR OG VENTILER	95
8.8 STYRKE- OG TETTHETSPRØVING AV ANLEGG	95
8.8.1 Generelt	95
8.8.2 Styrkeprøve	96
8.8.3 Tetthetsprøve	97
8.9 VAKUUMERING, UTTØRNING OG VAKUUMPRØVING AV ANLEGG	98
8.9.1 Generelt	98
8.9.2 Krav til vakuum	98
8.9.3 Krav til vakuumeringsutstyret	98

8.9.4 Prosedyre ved vakuumering og vakuumpørve	99
8.10 PÅFYLLING AV KULDEMEDIUM	100
9 SIKKERHETSUTRUSTNING	101
9.1 FORMÅL	101
9.2 SIKKERHETSAUTOMATIKK	101
9.2.1 Trykkvakter (pressostater)	101
9.2.2 Temperaturvakter	101
9.2.3 Nivåvakter	101
9.2.4 Oljevakter	101
9.2.5 Strømningsvakter	101
9.3 TRYKKAVLASTING OG TRYKKAVLASTINGSANORDNINGER	102
9.3.1 Generelt	102
9.3.2 Plassering og montering	102
9.3.3 Indikering av avblåst gass, tiltak	102
9.3.4 Sikkerhetsventil	103
9.3.5 Sprengplate	104
9.3.6 Smeltesikring	104
9.4 DIMENSJONERING AV TRYKKAVLASTINGSANORDNING	104
9.4.1 Dimensjoneringsgrunnlag	104
9.4.2 Beregningsmetoder	105
9.4.3 Omregning av kapasitet for trykkavlastings-anordning	106
9.5 DIMENSJONERING AV RØRSYSTEMET FOR AVBLÅSING	107
9.5.1 Dimensjonerende avblåst mengde	107
9.5.2 Vekselventil og tilslutningsrør fram til trykkavlastingsanordning	107
9.5.3 Avblåsningsledning etter sikkerhetsventil	108
9.6 SIKRING AV KULDE- OG VARMEBÆRERKRETSET	110
9.7 UTSTYR FOR OVERVÅKING AV KULDEMEDIETLEKKASJE	110
9.7.1 Overvåking av anleggsfyllingen	110
9.7.2 Utstyr for deteksjon av kuldemedium i romluften	110
9.8 EKSTRA KRAV TIL AMMONIAKKANLEGG	110
10 MASKINROM	111
10.1 GENERELT	111
10.2 FELLES KRAV TIL MASKINROM	111

10.2.1 Generelt	111
10.2.2 Bygningmessige forhold	112
10.2.3 Dimensjoner og tilgjengelighet	112
10.2.4 Rømning	112
10.2.5 Elektrisk utrustning	112
10.2.6 Nødstop	112
10.2.7 Belysning	112
10.2.8 Gassdetektorer og alarmer	113
10.2.9 Brannsløkkeutstyr	113
10.2.10 Varselmerking	113
10.2.11 Oppslag	113
10.3 VENTILASJON	113
10.3.1 Generelt	113
10.3.2 Normal drift	114
10.3.3 Nødventilasjon	114
10.4 SPEIELLE KRAV TIL MASKINROM FOR AMMONIAKKANLEGG	114
10.4.1 Generelt	114
10.4.2 Nødbryter for driftsstrømmen til maskinrommet	115
10.4.3 Vannspray	115
10.4.4 Oppsamlingsbasseng	115
10.4.5 Nøddusj	116
10.4.6 Varme flater	116
10.5 SPEIELLE MASKINROMSKRAV VED BRENNBARE KULDEMEDIER I KLASSE A2L, A2 OG A3	116
10.5.1 Generelt	116
10.5.2 Plassering	116
10.5.3 Soneklassifisering	116
10.5.4 Nødventilasjon	116
10.5.5 Avlastingsflate	116
10.5.6 Beskyttelse mot stikkflammer	116
10.5.7 Sikring mot høye temperaturer	117
10.5.8 Kuldemedieflasker o.l.	117
10.5.9 Elektrisk installasjon	117
10.5.10 Sløkkeanlegg	117
10.6 UNDERTRYKSVENTILERT KABINETT SOM MASKINROM	117

10.6.1 Generelt	117
10.6.2 Plassering	117
10.6.3 Ventilasjon	117
10.6.4 Gassdeteksjon og alarm	118
10.6.5 Andre krav	118
11 MERKING OG DOKUMENTASJON	119
11.1 GENERELT	119
11.2 ANLEGG OG ANLEGGSDELER	119
11.2.1 Selve anlegget	119
11.2.2 Komponenter og utstyr	120
11.2.3 Rørsystemet	120
11.3 DOKUMENTASJON I FORBINDELSE MED OVERLEVERING AV ANLEGG	120
11.4 INSTRUKSJONSBOK, MASKINKORT OG LOGGBOK	121
12 FERDIGKONTROLL OG OPPSTART	122
12.1 GENERELT	122
12.2 KONTROLLPUNKTER	122
12.2.1 Generell visuell inspeksjon	122
12.2.2 Kontroll av (hoved)komponenter og sammenstilling	123
12.2.3 Kontroll av sikkerhetsutstyret	123
12.2.4 Kontroll av rørsystemet	123
12.2.5 Kontroll av kuldemedium og olje	123
12.2.6 Kontroll av merking og dokumentasjon	123
12.2.7 Kontroll av verne- og beredskapsutstyr	124
12.3 INSPEKSJON OG KONTROLL AV OPPSTILLINGSSTED OG HJELPEUTRUSTNING	124
12.4 DOKUMENTASJON AV FERDIGKONTROLLEN	124
12.5 KONTROLL I FORBINDELSE MED OPPSTART	125
12.5.1 Før start	125
12.5.2 Driftsprøve med funksjonskontroll	125
13 OVERLEVERINGSPRØVE	126
13.1 GENERELT	126
13.2 OVERLEVERINGSPRØVENS INNHOLD	126

13.3 MÅLEUTRUSTNING	127
13.4 YTELSESPRØVE	127

14 DRIFT, ETTERSYN, VEDLIKEHOLD OG KONDEMNERING 128

14.1 GENERELT	128
14.2 REGELMESSIG ETTERSYN	128
14.3 SERVICE OG VEDLIKEHOLD	129
14.4 REPARASJONER OG INNGREP	130
14.5 GJENVINNING, GJENBRUK OG AVHENDING	131
14.5.1 Generelt	131
14.5.2 Krav og anvisninger i forbindelse med tømning av anlegg/anleggsdel	131
14.5.3 Overføring og håndtering av kuldemedium	132
14.5.4 Gjenbruk av kuldemedium	132
14.6 JOURNALFØRING	133
14.7 SYSTEMATISK TILSTANDSKONTROLL	133
14.8 KULDEMEDIE- OG OLJEREGNSKAP	135
14.9 TETTHETSKONTROLL	135
14.9.1 Generelt	135
14.9.2 Vanlige lekkasjepunkter	135
14.10 DRENERING AV OLJE	136
14.11 ANLEGG SOM TAS UT AV DRIFT	136
14.12 KULDEMEDIEBYTTE	136
14.13 BYTTE AV KULDEMASKINOLJE	137
14.14 BEREDSKAP OG VARSLING	137

RØRFØRING I KULDEANLEGG*	166
FORMELSAMLING*	176
TEKNISKE DATA FOR MATVARER*	182
SYNONYMORDLISTE*	184

* Inngår ikke i normen

VEDLEGG	139
Vedlegg 2.1 Aktuelle lover og forskrifter	140
Vedlegg 2.2 Noen aktuelle rene Norsk Standard	142
Vedlegg 3.1 Saksgang for søknadspliktig tiltak etter plan- og bygningsloven	143
Vedlegg 3.2 Risikoanalyse (sjekkliste) ved installasjon av mindre kuldeanlegg	144
Vedlegg 3.3 Risikoanalyse (grovanalyse) av kuldeanlegg/varmepumpe	145
Vedlegg 3.4 Samsvarserklæring	149
Vedlegg 4.1 Indirekte systemtyper	150
Vedlegg 4.2 Kuldetekniske data for utvalgte kuldemedier	151
Vedlegg 4.3 HMS-data for utvalgte kuldemedier	153
Vedlegg 4.4 Samlet bidrag til global oppvarming fra kuldeanlegg og varmepumper (TEWI)	154
Vedlegg 4.5 Ammoniakk-gass' innvirkning på mennesker	155
Vedlegg 4.6 CO ₂ -gass' innvirkning på mennesker	155
Vedlegg 4.7 Sentrale data for noen aktuelle kulde- og varmebærere	156
Vedlegg 5.1 Retningsgivende gasshastigheter i rørsystemet i kuldeanlegg	157
Vedlegg 5.2 Retningsgivende temperaturdifferanser i fordampere og kondensatorer	158
Vedlegg 7.1 Anbefalt væskehastighet i rørkjelvarmevekslere	158
Vedlegg 8.1 Retningsgivende minste gasshastighet for sikker oljeretur i vertikalt rør	159
Vedlegg 8.2 Krav til vakuum i kuldeanlegg og varmepumper	160
Vedlegg 8.3 Attest for styrkeprøve, tetthetsprøve og vakuumpørve	162
Vedlegg 8.4 Montasjeattest	163
Vedlegg 10.1 Nødventilasjon i maskinrom som funksjon av fyllingsmengde	164
Vedlegg 12.1 Attest for utført ferdigkontroll av kuldeanlegg/varmepumpe	165

1 INNLEDNING

1.1 FORMÅL

Norsk Kulde- og varmepumpenorm gjelder for kuldeanlegg og varmepumper. Den er et dokument til bruk for hele kuldebransjen

- rådgivende ingeniører
- produsenter/leverandører
- entreprenører
- montører/servicepersonale
- eiere og brukere
- driftspersonale

Hovedformålet er å vise hvordan komponenter, systemer og anlegg kan bygges, drives og vedlikeholdes for å dekke nødvendige krav til sikkerhet, og til vern mot utslipp av gasser som kan skade miljøet. Et parallelt formål er å bidra til effektiv energiutnyttelse.

1.2 STATUS

Norsk Kulde- og varmepumpenorm er en intern bransjenorm for kulde- og varmepumpebransjen, og er ikke i seg selv en del av lovverket. Den har imidlertid som et viktig formål å identifisere og vise til lover og regler som gjelder for kuldeanlegg og varmepumper.

Normen er ikke et selvstendig dokument, men forutsettes brukt sammen med den europeiske kuldestandarden NS-EN 378 "Kuldeanlegg og varmepumper, sikkerhets- og miljøkrav", 2016.

For at en leveranse skal kunne hevdes å være i henhold til Norsk kulde- og varmepumpenorm, forutsettes det at kravene i forskrifter og standarder som normen viser til også er oppfylt.

1.3 OPPBYGGING OG BRUK

Kulde- og varmepumpenormen følger innholdsmessig elementene ved normal saksgang, med beskrivelse av anlegg, konstruksjon, bygging, overlevering, drift og vedlikehold. Ulike kategorier brukere vil i stor grad finne det stoffet som er mest relevant for seg samlet innenfor ett eller flere kapitler. Tilleggsinformasjon i form av tabeller diagrammer etc. finnes i normens vedleggsdel.

I normen finnes henvisninger til lover, forskrifter, veiledninger og andre kilder for mer detaljert informasjon om ulike regler og krav. Disse er i stadig endring. Ofte beholder man f. eks. opprinnelig forskrift, men foretar endringer i en ny forskrift. Begge forskrifter er da gjeldende og må konsulteres for den fulle forståelse. Andre ganger utgår gammel forskrift og en ny komplett gjøres gjeldende. Ved benyttelse av henvisninger er det derfor viktig at man undersøker om den fortsatt er gyldig.

1.4 IKRAFTTREDEN OG OPPDATERING

Første utgave av Norsk Kulde- og varmepumpenorm kom ut i 1990. Et tillegg med rettelser/tilføyelser kom i 1991, mens revisjoner ble gjennomført i 1995, 1997, 2000, 2007 og 2015. Foreliggende reviderte utgave, Norsk kulde- og varmepumpenorm 2018, erstatter de tidligere utgivelsene og trer i kraft fra utgivelsesdato.

Kulde- og varmepumpenormen oppdateres ved behov.

2 LOVER OG REGLER I TILKNYTNING TIL KULDEANLEGG OG VARMEPUMPER

2.1 REGELVERKET

Bygging og drift av tekniske installasjoner, herunder kuldeanlegg og varmepumper, reguleres gjennom et omfattende regelverk etter følgende rangordning:

- Lover
- Forskrifter til lov
- Generelle veiledninger til forskrift, eventuelt supplert med spesielle temaveiledninger
- Standarder (nasjonale og internasjonale)
- Bransjenormer/Bransjeveiledninger ("codes of good practice") for spesielle områder
- Ulike regler (ofte uskrevne) for god ingeniørpraksis

Lover, forskrifter og veiledninger til forskrifter utgis av myndighetene. Forskrift til lov er å betrakte som en del av loven.

Tekniske standarder og ulike normer og bransjeveiledninger etableres og vedlikeholdes av industrien selv.

2.2 LOVER OG FORSKRIFTER

Lover og forskrifter forvaltes av ulike statlige organ, avhengig av hvilket område regelverket dekker. Forvaltningsorganene har tilsynsmyndighet innenfor

sine respektive områder.

Alle norske lover og forskrifter er gratis tilgjengelig på internett under nettadresse www.lovdata.no.

En oversikt over de mest sentrale love og forskriftene som angår kuldeanlegg og varmepumper er gitt i Vedlegg 2.1. Forvaltnings- og tilsynsorganet fremgår også.

En stadig større del av kravene har sitt utspring i EU-forskrifter (EU-direktiver), som Norge gjennom EØS-avtalen er forpliktet til å ta inn i sitt regelverk.

Alle krav i lover og forskrifter må følges. Fravik fra bestemmelser i en forskrift er rent unntaksvis mulig, etter tillatelse fra sentral tilsynsmyndighet. Forskrift som har grunnlag i EU-direktiv kan ikke fravikes.

Lover og forskrifter stiller i hovedsak funksjonskrav. Veiledninger og tema-veiledninger utdyper forskriftsteksten og angir hvordan myndighetene mener kravene kan oppfylles på en betryggende måte.

Veiledningene er som navnet tilsier ikke obligatoriske. Ved avvik fra skal- eller måkrav i en veiledning, må det likevel godtgjøres gjennom risikoanalyse at sikkerhetsnivået opprettholdes. Det anbefales at skal/måpunktene i veiledningene følges lengst mulig uten unntak.

Forskrifter og veiledninger viser ofte til standarder, normer eller andre bransjeregler med hensyn til hvordan detaljløsninger innenfor spesifikke områder kan være.

2.3 TEKNISKE STANDARDER OG ANERKJENTE NORMER

Standarder er industriens egne "kjøreregler", med detaljerte krav til materialer, dimensjonering, beregningsmetoder, utførelser, prøver, kontroller osv.

Norske standarder innenfor bl.a. bygg og teknikk kjennetegnes ved et nummer med bokstavene NS (Norsk Standard) foran. For standarder innenfor elektro og elektronikk benyttes forstavelsen NEK. I økende grad etableres det felles standarder for Europa (CEN-standarder). En del av standardene er også samordnet med tilsvarende standarder utarbeidet av det internasjonale standardiseringsforbundet (ISO).

Norsk versjon av europeisk standard kjennetegnes ved NS-EN eller NEK EN foran standardnummeret, med tillegg av ISO for standarder som gjelder "world wide". En oversikt over aktuelle EN-standarder og EN ISO-standarder er gitt i NS-EN 378-2, kapittel 2. Disse vil også være å finne som norsk standard hos Standard Norge (standard.no), og da med NS- foran de internasjonale forkortelsene (NS-EN, NS-EN ISO). Noen av standardene kan være foreldet. Hvilke nye standarder som erstatter disse vil fremgå av nettsiden til Standard Norge. Et antall rene Norsk Standard eksisterer fremdeles. Vedlegg 2.2 gir oversikt over noen aktuelle.

Mange europeiske standarder eller deler av standarder fungerer som tekniske veiledninger til EU-forskrifter. Slike standarder benevnes "harmoniserte standarder". Ved å følge anvisningene i harmoniserte standarder, vil kravene i korresponderende EU-forskrift(er) auto-

matisk være oppfylt.

Det bør aldri benyttes mer én enkelt standard eller norm for ett og samme utstyr/anlegg. Dersom en "plukker" de enkleste løsningene fra ulike regelverk, vil resultatet bli et totalt sett for lavt sikkerhetsnivå. Bruk av andre normer/regler skal begrenses til forhold som ikke dekkes av det valgte regelverket.

Myndighetenes forskrifter og veiledninger viser ofte til at utførelse, kontroll osv. skal være "i henhold til anerkjent norm". Tekniske standarder (NS, NS-EN osv.) er eksempler på anerkjente normer. Godt innarbeidede standarder og bransjenormer fra land med høy teknisk standard utenfor Europa, for eksempel USA, kan også betraktes som anerkjente normer. Merk likevel at kun EUs regelverk kan benyttes når det er krav om CE-merking (jfr. underkapittel 2.4 nedenfor).

En viktig del av dokumentasjonen av kuldetekniske installasjoner består i å an vise hvilket anerkjent regelverk som er lagt til grunn ved prosjektering, konstruksjon, installasjon, kontroll og drift/vedlikehold.

Alt regelverk gjennomgår endringer og oppdateringer, mer eller mindre regelmessig. Det er alltid sist oppdaterte versjon som gjelder, om ikke annet er angitt.

2.4 CE-MERKING

Produkter som markedsføres innenfor EU/EØS, og som kan være til vesentlig fare for helse og sikkerhet, skal være påsatt "CE-merke" (skilt) for å kunne

omsettes. Bokstavene CE er en forkortelse for det franske uttrykket "Communauté Européenne", som direkte oversatt betyr "Det europeiske fellesskapet".

Ved å CE-merke et produkt, bekrefter produsenten at produktet er kontrollert og funnet i samsvar med de grunnleggende kravene til helse, miljø og sikkerhet som er gitt EUs regelverk (direktiver). Dersom produktet omfattes av flere direktiver, indikerer CE-merket samsvar med bestemmelsene i alle de relevante direktivene.

I tillegg til CE-merket, skal det leveres med en samsvarserklæring hvor produsenten erklærer og dokumenterer samsvar med regelverket. Det skal også inngå teknisk informasjon og installasjons/bruksanvisning for produktet.

Kuldeanlegg og varmepumper skal CE-merkes med referanse til norske forskrifter basert på flere EU-direktiver. Dette kan være:

- trykkforskriften (trykkdirektivet, Pressure Equipment Directive 2014/68/EU, PED)
- maskinforskriften (maskindirektivet, Machinery Directive 2006/42/EC)
- forskrift om elektrisk utstyr (lavspenningsdirektivet, Low Voltage Directive 2014/35/EU, LVD)
- direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet (EMC-directive 2014/30/EU)

For utstyr som skal brukes i eksplosiv atmosfære, kommer også ATEX produktforskrift (ATEX Product Directive 2014/34/EU) til anvendelse.

CE-merket skal bestå av bokstavene CE etterfulgt av identifikasjonsnummeret

til det tekniske kontrollorganet som foretar produksjonskontroll. I tillegg skal det inneholde teknisk informasjon av relevans for det området kontrollorganet har overvåket.

Dersom regelverket ikke krever CE-merking, skal CE-merke heller ikke påsettes.

3 OVERORDNEDE KRAV

3.1 GENERELT

Myndighetene stiller krav til utforming, konstruksjon, testing, merking, dokumentasjon, kontroll og drift/vedlikehold av kuldeanlegg og varmepumper. For visse kategorier personell gjelder det særskilte kompetansekrav. De mest sentrale bestemmelsene håndheves gjennom pålegg om søknader/meldinger, dokumentasjon, merking og kontroll.

Eier eller bruker må kunne dokumentere at kuldeanlegget/varmepumpen er i samsvar med lov og forskrift. Dersom eier og bruker ikke er samme person/institusjon, bør ansvarsforholdet mellom dem fremgå av skriftlig avtale. Når eier/bruker er en virksomhet, ligger ansvaret hos virksomhetens ledelse.

Profesjonelle aktører som rådgivere, produsenter/leverandører, entreprenører og kontrollinstanser har ansvar for at levert utstyr og tjenester er i samsvar med det regelverket som til enhver tid gjelder (profesjonsansvar).

Lover og forskrifter av særlig relevans for kuldeanlegg og varmepumper fremgår av Vedlegg 2.1.

3.2 KRAV I HENHOLD TIL PLAN- OG BYGNINGSLOVEN (PBL)

3.2.1 Generelt

Plan- og bygningsloven (pbl) og tilhørende forskrifter stiller særskilte krav til

hvert enkelt byggetiltak. Tiltak som faller inn under regelverket må gjennom en grundig saksbehandling for å kvalitetssikre tiltaket og gjennomføringen av det. Med visse unntak er det krav om søknad til kommunen og tillatelse fra kommunen før arbeidet med tiltaket settes i gang.

§20-1 i loven lister opp hvilke tiltak som omfattes, herunder "oppføring, endring eller reparasjon av bygnings-tekniske installasjoner". Kuldeanlegg og varmepumper er eksempler på slike installasjoner.

Arbeid på søknadspliktige tiltak kan ikke igangsettes før kommunen har gitt tillatelse. Tiltaket kan ikke tas i bruk før kommunen har utstedt ferdigattest eller midlertidig brukstillatelse.

Mindre tiltak er unntatt fra søknadsplikten. Dersom en er i tvil om et tiltak er søknadspliktig eller ikke, må kommunene kontaktes.

3.2.2 Lovens bestemmelser relatert til kuldeanlegg og varmepumper

3.2.2.1 Anleggets formål

For at tekniske installasjoner i bygninger skal omfattes av loven, må de ha med driften av bygningen å gjøre. Installasjoner som kun betjener aktiviteter/prosesser som foregår i bygningen faller utenfor loven og omfattes ikke av søknadsplikt og krav om tillatelse.

For kuldeanlegg og varmepumper betyr dette at anlegg for bygningsoppvarming eller kjøling (inkl. frysing) kommer inn under loven, mens rene prosessanlegg faller utenfor. Eksempler på anlegg som faller utenfor kan være rene industrielle prosessanlegg (innfrysing, nedkjøling),

butikk-kuldeanlegg ¹, små kjølerom og kabinetter i kiosker og bensinstasjoner osv. Heller ikke flyttbare anlegg omfattes.

Mange kuldeanlegg og varmepumper betjener ulike prosesser, samtidig som de står for oppvarming eller kjøling av bygning. Slike anlegg vil omfattes av pbl, som nok betyr at de fleste anleggene sorterer under loven. Som vist nedenfor, vil saksbehandlingen i praksis ikke være særlig forskjellig om kuldeanlegget/varmepumpen kommer under pbl eller ikke. Dette har å gjøre med at alle kuldeanlegg og varmepumper sorterer under brann- og eksplosjonsvernloven og må følge bestemmelsene i denne.

3.2.2.2 Særlige regler for anlegg og installasjoner under brann- og eksplosjonsvernloven

For anlegg og konstruksjoner hvor bestemmelsene i brann- og eksplosjonsvernloven gjelder, inkludert kuldeanlegg og varmepumper, er det gjort unntak fra reglene i en rekke kapitler i pbl. I stedet gjelder regelverket under brann- og eksplosjonsvernloven, jfr. underkapittel 3.3.

Reglene i følgende kapitler i pbl gjelder således ikke, jfr. § 4.3 i Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften).

- Kap. 22 Godkjenning av foretak for ansvarsrett
- Kap. 23 Ansvar i byggesaker
- Kap. 24 Kvalitetssikring og kontroll med prosjektering og utførelse av tiltak
- Kap. 25 Tilsyn

¹ Dersom anlegget samtidig benyttes for luftkondisjonering, kommer det under pbl

Unntakene omfatter også utbedring, utskiftning og reparasjon av anlegg.

For anlegg som faller under pbl gjelder imidlertid krav om søknad og tillatelse. Øvrige regler gjelder så langt de passer.

Saksgangen ved prosjektering og bygging av kuldeanlegg/varmepumpe, hvor ansvar, kontroll og tilsyn er regulert av bestemmelsene i brann- og eksplosjonsvernloven, er illustrert i Vedlegg 3.1. For tiltak som ikke er søknadspliktige etter pbl, gjelder bare venstre del av flytskjemaet. Punktene det vises til i skjemaet er paragrafer i Forskrift om håndtering av brann-, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen ², jfr. punkt 3.3.5.

Rapport over utførte kontroller i henhold til brann- og eksplosjonsvernloven vil inngå i sluttokumentasjonen til kommunen når ferdigattest eller midlertidig brukstillatelse skal utstedes.

3.2.2.3 Bygningsmessige forhold som omfattes av loven

Installasjon av prosessanlegg som ikke omfattes av pbl vil ofte medføre bygningsmessige konsekvenser som reguleres av loven. Dette kan være i tilknytning til bl.a.:

- bygningskonstruksjon
- brannsikkerhet (rømningsveier, gjennomføring av rør/kanal i vegg i branncelle osv.)
- gass-spredning, alarmer
- støy, vibrasjon
- utendørs plassering av varmevekslere mm. (varmepumpefordampere, kondensatorer, tørkjølere, kjøletårn osv.)

² Vanlig forkortelse: Forskrift om håndtering av farlig stoff

For utendørs utstyr kan kravene angå selve plasseringen, estetiske forhold, støy og annet.

3.2.2.4 Tiltak som ikke krever søknad og tillatelse

Søknad og tillatelse kreves ikke for tiltak som ikke omfattes av krav i pbl med forskrifter. Dette er som nevnt tilfelle med kuldeanlegg og varmepumper som er å regne som rent prosessutstyr.

Mindre/enkle tiltak som ikke er til urimelig ulempe for omgivelsene er også unntatt fra krav om søknad og tillatelse. Kuldeanlegg for kjøleboder og lignende, små/enkle varmepumper og luftkondisjoneringsanlegg for eneboliger etc. kan være eksempler på slike tiltak. Hvilke andre anlegg som eventuelt kommer i samme kategori er usikkert, etter som loven ikke opererer med gitte grenser. Behov for søknad og tillatelse må i tvilstilfeller avgjøres i samråd med kommunen.

Tiltaket må uansett søknadsplikt eller ikke, gjennomføres i samsvar med bygningslovgivingen og annet regelverk. Eksempelvis må utedelen av luftkondisjoneringsaggregat eller luftbasert varmepumpe plasseres under hensyn til så vel estetiske forhold som akseptabelt støynivå for naboen. Tiltakshaver (eier) er ansvarlig for at regelverket følges.

3.3 REGELVERK MED HJEMMEL I BRANN- OG EKSPLOSJONSVERN-LOVEN

3.3.1 Generelt

Utstyr under trykk kan representere fare ved trykket i seg selv (sprenging) og ved virkningen av utstrømmende medium (kvelning, forgiftning, brann-

fare, miljøskade). I lovverket benyttes begrepet «farlig stoff» om giftig, brannfarlig og reaksjonsfarlig stoff, samt stoff under trykk. Krav om forebyggende tiltak er hjemlet i brann- og eksplosjonsvernloven og tilhørende forskrifter, jfr. Vedlegg 2.1.

Lovverket pålegger alle å vise aktsomhet og opptre på en slik måte at ulykker forebygges og å oppfylle krav i lov og forskrifter. Eier står ansvarlig overfor myndighetene.

Merknad: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) regner at kuldeanlegg/varmepumper med mer enn 400 liter giftig eller brannfarlig kuldemedium har høyt risikopotensial. Denne grensen danner kriterium for flere krav og tiltak som pålegges i DSBs regelverk.

3.3.2 Risikoanalyse

Kuldeanlegg og varmepumper kan på ulike måter representere en fare for mennesker. Mest sentralt står fare for kvelning, forgiftning og brann i tilknytning til utslipp av ulike typer kuldemedium. Myndighetene pålegger derfor nærmere analyse av risikoen i tilknytning til hvert enkelt anlegg.

I risikoanalysen kartlegges uønskede hendelser, årsaker til hendelsene og mulige konsekvenser. Hvorvidt spesielle tiltak er nødvendig, vurderes ut fra sannsynligheten for hendelsene og hvor alvorlige konsekvensene kan være.

Ved behov skal tiltak identifiseres og iverksettes slik at risikonivået blir akseptabelt. Tiltak som kan fjerne en potensielt farlig hendelse skal vurderes først, dernest tiltak som reduserer sannsynligheten for hendelsen og til slutt

tiltak som reduserer mulige konsekvenser av hendelsen.

Risikoanalysen skal benyttes som beslutningsgrunnlag og som dokumentasjon på forsvarlig sikkerhetsnivå. Den skal gjennomgås jevnlig og oppdateres dersom forutsetningene er endret eller nye kunnskaper om risikoforhold tilsier dette.

Leverandør/entreprenør skal gjennomføre risikoanalyse i tilknytning til anleggets konstruksjon, utførelse og driftsmessige forhold for å oppnå et mest mulig sikkert anlegg.

Eier/-bruker skal på sin side gjennomføre risikoanalyse med fokus på forhold rundt selve anlegget. Risikoanalysen skal omfatte interne og eksterne forhold, samt uønskede tilskattede handlinger. Mulige uhell, for eksempel kuldemedielekkasje, må ikke representere uakseptabel risiko hverken for egne ansatte eller mennesker som befinner seg i nærområdet.

Forhold som eier og entreprenør er ansvarlige for påvirker hverandre gjensidig. Samordning av risikoanalysene vil derfor være fordelaktig og bør alltid tilstrebes. Overordnede risikoanalyser som diskutert ovenfor må gjennomføres på et tidligst mulig stadium i planleggingen, slik at nødvendige tiltak kan integreres i planarbeidet.

I tillegg bør risikoanalyse benyttes som et aktivt verktøy ved vurdering av ulike tekniske løsninger og prosedyrer gjennom hele prosjekterings- og byggeprosessen og senere under driftfasen. Risikoanalyse bør ellers benyttes ved eventuelle avvik fra standard eller norm, herunder såkalte "tekniske by-

ter"³, og for å godtgjøre at løsninger, produkter eller prosedyrer uten forankring i standard eller norm er sikre å bruke.

Omfanget av og innholdet i en risikoanalyse skal stå i forhold til risikopotensialet.⁴ Ved liten risiko kan avkryssing på en sjekklister være tilstrekkelig. Ved høyere risikopotensial, bør det minst utføres en såkalt grovanalyse. Eksempler på enkel risikoanalyse og grovanalyse er vist i henholdsvis Vedlegg 3.2 og Vedlegg 3.3.

Det kan i enkelte tilfeller være behov for en mer systematisk analyse, utført i henhold til standardiserte regler (jfr. NS 5814 "Krav til risikoanalyser"). Slik analyse bør ledes av personell med spesiell kompetanse.

3.3.3 Oversikt over forskrifter under loven

Kuldeanlegg og varmepumper omfattes av flere forskrifter under brann og eksplosjonsvernloven, jfr. oversikten i Vedlegg 2.1.

FOR-2009-06-08-602, sist endret 01.07.2015 FOR-2015-06-26-744, Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt

3 Teknisk bytte vil si at et sikkerhetselement, for eksempel i tilknytning til skal-krav i veiledning til forskrift, byttes ut med ett eller flere andre elementer som totalt sett gir minst samme sikkerhet

4 Risikopotensialet vurderes ut fra faktorer som fyllingsmengde, type kuldemedium, egne ansatte, konsekvenser ved lekkasjer, rømningsveier og fremherskende vindretning i relasjon til boligområder, skoler, idrettsanlegg mv., jfr. temaveiledning om kuldeanlegg.

utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen (forkortet Forskrift om håndtering av farlig stoff) regulerer håndtering av farlig stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen, herunder kuldeanlegg og varmepumper.

I noen tilfeller kommer særforskrifter i tillegg til eller i stedet for forskrift om håndtering av farlig stoff. Dette gjelder bl.a.

- FOR-1999-06-09-721 Forskrift om trykkpåkjent utstyr (trykkforskriften), som (med visse unntak) gjelder for utstyr og enheter under trykk (over 0,5 bar) og som konstrueres, produseres, markedsføres og settes i drift første gang. Sist endret 19.07.2016, FOR-2016-07-15-937.
- FOR-2009-05-20-544 Forskrift om maskiner (maskinforskriften) gjelder ved konstruksjon, bygging og omsetning av maskiner og diverse utstyr og redskaper. Kuldeanlegg og varmepumper er å regne som maskiner og kommer under maskinforskriften. Sist endret 08.12.2015, FOR-2015-12-04-1393.
- FOR-2009-04-01-384 Forskrift om landtransport av farlig gods på (ADR/RID-forskriften) gjelder ved landtransport av farlig gods, for eksempel kuldemedium. Sist endret 01.01.2017, FOR-2016-11-14-1311.
- FOR-1996-12-09-1242 Forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område (ATEX-produktforskrift) gjelder for utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område. Sist endret 20.04.2016, FOR-2016-04-19-398.
- FOR-2003-06-30-911 Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer (ATEX-brukerforskrift)

gjelder krav til vern av sikkerheten og helsen til arbeidstakere og andre personer som vil kunne utsettes for fare gjennom eksplosive atmosfærer samt vern av materielle verdier. Sist endret 04.12.2015, FOR-2015-12-04-1395.

Trykkforskriften, forskrift om håndtering av farlig stoff og maskinforskriften er de mest sentrale forskriftene i tilknytning til kuldeanlegg og varmepumper. Disse forskriftene er nærmere beskrevet i den videre teksten.

3.3.4 Trykkforskriften

3.3.4.1 Generelt

Trykkforskriften bygger på EUs trykkdirektiv (Pressure Equipment Directive 2014/68/EU, PED). Den gjelder for trykkpåkjent utstyr og trykkpåkjente sammenstillinger med tillatt maksimaltrykk (PS) på over 0.5 bar, med visse unntak (jfr. punkt 3.3.4.6). Formålet er å sikre at komponenter og systemer under trykk konstrueres og produseres slik at skade på liv, helse, miljø og materielle verdier unngås.

Trykkpåkjent utstyr omfatter beholdere, rørsystemer, sikkerhetstilbehør⁵ og annet trykkpåkjent tilbehør⁶. Med "trykkpåkjent sammenstilling" menes "trykkpåkjente komponenter som produsenten har montert sammen til et integrert og funksjonelt hele". Sam-

5 Automatikk med sikkerhetsformål, så som trykkavlastningsventiler, nivåbrytere, automatiske seksjoneringsventiler, regulatorer med sikkerhetsfunksjon osv.

6 Driftsanordninger med trykkrom, så som ventiler, manometere, filterhus osv.

menstillinger er nærmere diskutert i punkt 3.3.4.4.

Merknad: Kuldeanlegg og varmepumper er eksempler på trykkpåkjente sammenstillinger.

Forskriften er begrenset til å omfatte konstruksjon, produksjon, markedsføring, samsvarsvurdering og første gangs idriftsettelse. Den gjelder også ved utvidelser og ved komplett utskiftning av trykkpåkjent(e) komponent(er). Den retter seg mot produsenter, importører, distributører, leverandører og andre forhandlere.⁷ Bruk og vedlikehold av trykkpåkjent utstyr omfattes følgelig ikke av trykkriften, men av forskrift om håndtering av farlig stoff, jfr. punkt 3.3.5.

Merk likevel at det er eier/bruker som står ansvarlig overfor myndighetene for at utstyr og anlegg er i samsvar med forskriften.

Retningslinjer ("guidelines") til hjelp ved tolking og praktisering av trykkriftens bestemmelser finnes på trykkdirektivets nettsider. Nettdressen er https://ec.europa.eu/growth/sectors/pressure-gas/pressure-equipment/guidelines_en

3.3.4.2 Grunnleggende krav, kontroller og CE-merking

Trykkriften stiller en rekke grunnleggende krav til konstruksjon og produksjon av trykkpåkjent utstyr og

⁷ Sammenstilling av anlegg utført på stedet av eieren selv eller under hans ansvar omfattes ikke av trykkriften, men sorteres under forskrift om håndtering av farlig stoff. Komponenter og utstyr som inngår skal imidlertid være i samsvar med trykkriften og CE-merket.

sammenstillinger, og til materialene som benyttes. Kravene er strengere jo høyere risiko utstyret representerer. Risikopotensialet bestemmes av mediets farlighetsgrad, trykknivået og dimensjonen.

At de grunnleggende kravene er oppfylt skal dokumenteres gjennom samsvarsvurderinger, jfr. punkt 3.3.4.7, og kontroller i konstruksjons- og produksjonsfasen. Unntatt for de minste anleggene, skal kontrollene utføres av et teknisk kontrollorgan (TK), brukerinspektorat eller godkjent tredjepartsorgan.

Komponenter, utstyr og anlegg som oppfyller kravene skal forsynes med CE-merke som bevis på at kravene er oppfylt, som beskrevet i underkapittel 2.4.

Ved særlig lavt risikopotensial, bortfaller de grunnleggende kravene. Konstruksjon og produksjon "i samsvar med god ingeniørpraksis for sikker bruk" vil da være tilstrekkelig. Forholdet omtales i forskriftens § 11, og utstyr og sammenstillinger som dette angår betegnes gjerne som § 11-utstyr/sammenstillinger.

3.3.4.3 Kategorisering av trykkpåkjent utstyr

I forskriften grupperes trykkpåkjent utstyr i kategorier, avhengig av farenivået utstyret vurderes å representere. Jo høyere kategorien er, jo strengere krav stilles til dokumentasjon av at utstyret er egnet for formålet.

Trykkpåkjent utstyr, beholdere, tilbehør og sammenstillinger grupperes i fire farekategorier, I – IV, etter økende farenivå. Rørsystemer grupperes i tre kategorier (I – III). Utstyr under § 11 kommer i tillegg.

Mediets farlighetsgrad har betydning ved kategoriseringen. Det skilles mellom farlige medier (gruppe 1) og andre medier (gruppe 2). Terskelen for overgang til høyere farekategori er lavest for farlige medier (gruppe 1). Når farekategorien først er bestemt, er derimot kravene til utstyret i utgangspunktet de samme, uavhengig av type medium.

Merknad: Ammoniakk og brennbare kuldemedier (hydrokarboner, brennbare HFK og HFO) sorterer under gruppe 1. CO₂ og ikke brennbare HFK tilhører gruppe 2.

Farekategoriseringen utføres ved hjelp av diagrammer, jfr. Vedlegg II i forskriften. For trykkbeholdere knyttes faren til produktet av trykk og volum (PS x V, bar x liter). For rør benyttes produktet av trykk og nominell diameter (PS x DN, bar). Utstyr som havner på grensen mellom to kategorier, regnes å tilhøre laveste kategori.

De grunnleggende kravene gjelder ikke for beholdervolumer og rørdimensjoner under gitte grenser. Trykkbeholdere må være over 1 liter. Rør for medier i gruppe 1 må være over DN25, mens rør for medier i gruppe 2 må være over DN32. Ved mindre dimensjoner havner utstyret under § 11.

Sikkerhetstilbehør sorterer under kategori IV, mens annet tilbehør vurderes ut fra trykk og volum/DN (etter hva som passer best) på tilsvarende måte som for beholdere og rør.

Varmevekslere regnes generelt som trykkbeholdere, med ett eneste unntak (jfr. PED Guideline B-04). Unntaket gjelder rørvarmevekslere for kjøling eller oppvarming av luft i kuldeanlegg,

AC-anlegg og varmepumper, som regnes som rørsystemer. Rørene kan være knyttet til felles sirkulære headere. Luftvarmevekslerne skal likevel regnes som beholdere dersom kategorisering av (største) header gir høyere risikokategori om den regnes som beholder enn om den regnes som rør. Dersom varmeveksleren blir å regne som beholder, skal hele volumet inngå ved bestemmelse av kategorien.

Permanent forbindelse mellom to deler skal være i samsvar med kravene til den høyeste kategorien for de to delene. For eksempel er stuss på beholder en del av beholderen og sveisen ved tilkopling av rør på stussen kommer i samme kategori som beholderen. Videre sveiser på røret vil derimot komme i rørets kategori.

Dersom røret er tilsluttet beholderen ved flensing, regnes rørstussen og flensen på beholdersiden å tilhøre beholderen, mens motflensen på rørsiden og innsveisingen av røret i denne tilhører røret.

3.3.4.4 Om trykkpåkjenne sammenstillinger

Betegnelsen sammenstilling ("assembly") brukes om komponenter som en produsent har montert sammen til et "integrert og funksjonelt hele".

Flere (mindre) sammenstillinger kan inngå i en større sammenstilling.

Eksempler på sammenstillinger kan være:

- komplette anlegg
- kondenseringsaggregater med utrustning
- kompressoraggregater
- sammenstilte rørsystemer og kompo-

nenter, for eksempel væskeutskiller med fordamp(er), rørforbindelser, stusser, ventiler etc.

- osv.

Eksempelvis vil røropplegg og komponenter ved utvidelse med et nytt fryserom i et fryseri naturlig regnes som en sammenstilling og skal samsvaresvurderes og CE-merkes. Det samme gjelder ved fornying av større komponenter, for eksempel en kondensator. Rene reparasjoner faller imidlertid utenfor trykkforskriften, forutsatt at sikkerheten ved anlegget ikke påvirkes.

Merknad: Ansvarlig entreprenør er "produsent" ved plassbygging av kuldeanlegg/varme-pumpe.

3.3.4.5 Farekategorisering av trykkpåkjennte sammenstillinger

Sammenstillinger regnes til samme farekategori som den høyest kategoriserte komponenten/utstyret som inngår, bortsett fra sikkerhetstilbehør. For eksempel vil et kuldeanlegg eller en varmepumpe med beholder i kategori IV klassifiseres som en kategori-IV-sammenstilling, uavhengig av forholdene for øvrig.

For detaljert beskrivelse av kategoribestemmelse for sammenstillinger vises til NS-EN 378-2, Tillegg B.

3.3.4.6 Trykkforskriften anvendt på kuldeanlegg og varmepumper

Kuldeanlegg og varmepumper er normalt å regne som maskiner, jfr. underkapittel 3.5, og skal oppfylle maskinforskriftens krav. Utstyr og anlegg som ikke er klassifisert høyere enn farekategori I er unntatt fra trykkforskriften, jfr. forskriftens §3 f) 1. Disse skal samsvar-

svurdes og CE-merkes som maskiner⁸ og etter eventuelle andre gjeldende forskrifter.

Trykkforskriften gjelder likevel for trykkpåkjennt utstyr og anlegg i farekategori I dersom utstyret/anlegget ikke er å betrakte som maskin, som kan være tilfelle for eksempel ved utvidelser. For utstyr/anlegg under §11 gjelder i slike tilfeller god ingeniørpraksis.

For anlegg i farekategori II og høyere gjelder trykkforskriften fullt ut og det er samtidig krav om tredjepartskontroll, jfr. punkt 3.3.4.7. Det er tilstrekkelig at enten en trykkbeholder eller en rørdning er over kategorigransen.

Tabell 3.1 Kriterier for når kuldeanlegg/ varmepumpe kommer i farekategori II eller høyere

Fluid	Trykkbeholder	Rørdning
Gruppe 1	V > 1 liter og PS x V > 50 bar · liter eller PS > 200 bar	PS ≥ 40 bar og DN > 25 eller: PS < 40 bar og PS x DN > 1000 bar eller: DN > 100
Gruppe 2	V > 1 liter og PS x V > 200 bar · liter eller PS > 1000 bar	PS ≥ 35 bar og DN > 100 eller: PS < 35 bar og PS x DN > 3500

Eksempel: Et kuldeanlegg med HFK-134a (fluidgruppe 2) har 25 bar tillatt maksimaltrykk på høytrykksiden. Største rørdimensjon er 3/4" ⁹. Anlegget er utstyrt med receiver.

⁸ Tilsvarende unntak gjelder for utstyr og anlegg som kommer under forskrift om elektrisk utstyr

⁹ For rør hvor dimensjonen ikke angis som DN benyttes innvendig diameter i mm ved bestemmelse av farekategorien, jfr. PED Guideline B-02

Rørsystemet kommer under § 11 siden største dimensjon under DN32 . For at anlegget skal komme opp i farekategori II hvor forskriftens grunnleggende krav og tredjepartskontroll gjelder, må produktet av tillatt maksimaltrykk (PS) og volum (V) for receiveren være over 200 bar-liter. Dette tilsier at receiveren må være på mer enn 8 liter.

Merknad: Eventuelle trykkbeholdere som inngår i anlegg i farekategori I skal oppfylle kravene i trykkforskriften og være CE-merket.

3.3.4.7 Dokumentasjon av samsvar

Samsvar med trykkforskriftens grunnleggende krav dokumenteres generelt ved at produsenten leverer med en samsvarserklæring og påfører komponenten/sammenstillingen CE-merke. Hver enkelt trykkpåkjent komponent skal være samsvarsvurdert (jfr. forskriftens § 26-28).

Før et anlegg settes i drift, skal det ha gjennomgått en "global" ¹⁰ samsvarsvurdering og være CE-merket som sammenstilling, jfr. forskriftens § 29. Dette gjelder selv om anlegget består av enheter og utstyr som hver for seg er CE-merket, og montasjen på stedet bare består i å plassere utstyret og legge rør for kuldemediet.

Samsvarserklæringen skal bygge på en grundig vurdering/kontroll av overensstemmelse med regelverket, i henhold til en prosedyre (modul) tilpasset anleggets farekategori, som beskrevet i forskriftens § 28 og Vedlegg II.

For anlegg i farekategori II eller høyere

¹⁰ I forskriften benevnt "full framgangsmåte for samsvarsvurdering"

skal samsvarserklæringen og grunnlaget for denne kontrolleres/godkjennes av teknisk kontrollorgan (TK), som på grunnlag av dette utsteder et samsvarsertifikat.

Det skal fremgå av samsvarserklæringen hvilken prosedyre som er benyttet ved samsvarsvurderingen, hvilke forskrifter, (harmoniserte) tekniske standarder osv. som er lagt til grunn for konstruksjon og produksjon og hvilket teknisk kontrollorgan som er involvert. Jfr. forskriftens Vedlegg IV.

Eksempel på utforming av samsvarserklæring for et kuldeanlegg finnes i Vedlegg 3.4. For øvrig vises til NS-EN 378-2, Tillegg E.

Tabell 3.2 gir en oppsummering av kravene til dokumentasjon av samsvar i henhold til trykkforskriften.

Tabell 3.2 Dokumentasjon av samsvar med trykkforskriften ¹¹

Farekategori	§11	I	II, III, IV
CE-merking	Nei ¹¹	Nei ¹¹	Ja
Samsvarsvurdering	Nei	Nei (Ja) ¹²	Ja
Teknisk kontrollorgan (TK)	Nei	Nei	Ja

3.3.4.8 Annen informasjon

¹¹ Gjelder CE-merking og samsvarsvurdering etter trykkforskriften. Merking og dokumentasjon i samsvar med maskinforskriften (og eventuelle andre gjeldende forskrifter) kreves

¹² "Nei" gjelder for anleggsinstallasjoner som er definert som maskiner. Samsvarserklæring i henhold til maskinforskriften kreves. "Ja" gjelder for installasjoner som ikke er definert som maskiner

I tillegg til CE-merke og samsvarserklæring, skal fylldig teknisk informasjon og instruks vedrørende sikker bruk følge leveransen. For detaljer vises til trykkforskriftens Vedlegg I, punkt. 3.3 og 3.4.

Alt trykkpåkjent utstyr skal være merket med:

- navn og adresse på produsent (eller annen identifikasjon)
- produksjonsår
- merking i samsvar med utstyrets art (type, serie, parti, serienummer)
- grunnleggende tillatte maksimums- og minimumsgrenser (trykk og temperatur)
- nødvendige tilleggsopplysninger, jfr. forskriftens Vedlegg I, punkt 3.3.b

3.3.4.9 Bruk av utstyr som ikke er CE-merket

Utstyr som ikke er CE-merket, for eksempel fordi det er produsert før 29.05.2002, kan ikke inngå i et tilbud uten at utstyret først har gjennomgått samsvarsvurdering i henhold til trykkforskriften. Dette gjelder både brukt og ubrukt utstyr.

Slikt utstyr kan likevel anvendes når det anskaffes av eier/bruker selv (ikke inngår i leveranse.) Bruken reguleres da av forskrift om håndtering av farlig stoff.

3.3.4.10 Særlige krav til prosedyrer og kompetanse

Permanente sammenføyninger skal bare utføres av kvalifisert personell og etter anerkjente arbeidsmetoder. For trykkpåkjent utstyr i kategori II, III og IV må prosedyrer og personell være godkjent av kompetent tredjepart, i praksis teknisk kontrollorgan (TK).

Tilsvarende må ikke-destruktive undersøkelser av permanente sammen-

føyninger kun utføres av kvalifisert personell. For utstyr i kategori III og IV må personellet være godkjent av uavhengig tredjepartsorgan (teknisk kontrollorgan).

3.3.5 Forskrift om håndtering av farlig stoff

3.3.5.1 Innledning

Forskrift om håndtering av farlig stoff har som formål å verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot uhell og ulykker i tilknytning til farlig stoff, og favner i utgangspunktet svært vidt.

Forskriften suppleres av en generell veiledning og en temaveiledning. Temaveiledningen gis ut i to deler. Kulde- og varmepumpeanlegg er omhandlet i Del 2. Forskrift og veiledninger er tilgjengelig på DSB's nettsider. For praktiske formål må forskrift, veiledning og tema-veiledning konsulteres i sammenheng.

Forskriften rettes mot enhver som har med farlig stoff å gjøre, enten vedkommende

- håndterer farlig stoff
- eier eller bruker utstyr og anlegg med farlig stoff
- prosjekterer, konstruerer, produserer, omsetter, installerer, drifter, endrer, reparerer, vedlikeholder, og kontrollerer utstyr og anlegg med farlig stoff

Forskriften omfatter:

- plassering og bruk av utstyr og anlegg, samt risiko og sikkerhetstiltak knyttet til dette
- visse bygg- og anleggstekniske forhold
- sammenstillinger utført på stedet av eieren selv eller under hans ansvar
- gjenbruk av brukt utstyr
- drift, reparasjoner og vedlikehold, inkludert mindre utvidelser
- tilstandskontroller

- kondemnering
- osv.

Merknad: Merk at forskrift om håndtering av farlig stoff, til forskjell fra trykkforskriften, dekker forhold rundt selve kuldeanlegget/varmepumpen.

Anlegg som bygges under forskrift om håndtering av farlig stoff skal ikke CE-merkes. Komponenter og utstyr som inngår skal imidlertid være CE-merket og forsynt med samsvarserklæring. Eier/bruker skal til enhver tid kunne dokumentere at forskriftens krav er oppfylt.

3.3.5.2 Bygging og kontroll av utstyr og anlegg

Alle oppgaver skal utføres på en fagmessig god måte og av personell som har nødvendig kompetanse. Dette gjelder i alle faser av utstyrets eller anleggets livsløp; prosjektering, konstruksjon, produksjon, drift, reparasjon, vedlikehold, kondemnering og kontroll. Kompetansen skal, i tillegg til innsikt i prosesser og utstyr og kuldemedienes egenskaper, også omfatte kunnskap om det regelverket som gjelder til enhver tid. Kompetansen skal være dokumentert.

Bedrifter skal påse at ansatte har riktig kompetanse i forhold til sine oppgaver og gi nødvendig opplæring. Opplæringen skal også omfatte rutiner og forholdsregler ved uhell og ulykker. Bruks- og vedlikeholdsveiledninger skal foreligge på norsk. Der det finnes anerkjente normer for kompetanse, skal disse legges til grunn som et minimumsnivå. Slike normer for kuldeanlegg og varmepumper finnes i NS-EN 13313 "Kjølesystemer og varmepumper - Kompetanse for personell".

Forskriften definerer en rekke forebyggende sikkerhetstiltak relatert til bygg- og anleggstekniske forhold. Relevante krav for kuldeanlegg og varmepumper vil gjennomgående oppfylles ved å følge anvisningene i kulde- og varmepumpenormen og standarder som denne viser til.

Dersom risikoanalysen tilsier dette, skal det utarbeides en situasjonsplan. Analysen kan eventuelt konkludere med behov for arealmessige begrensninger rundt utstyr og anlegg.

Forskriften krever kontroll med at så vel nytt som brukt utstyr og anlegg er formålstjenlig og sikkert og at sikkerheten opprettholdes over utstyrets eller anleggets levetid. Nye anlegg skal kontrolleres og dokumenteres før idriftsettelse ¹³.

Anlegg i drift skal tilstandskontrolleres med jevne mellomrom, jfr. underkapittel 14.7.

For anlegg som representerer høy risiko ¹⁴, skal kontrollene utføres av uavhengig kontrollør i form av teknisk kontrollorgan (TK) eller akkreditert inspeksjonsorgan. For andre anlegg kan kontrollen utføres som egenkontroll, forutsatt at bedriften innehar relevant kompetanse.

Alle kontroller skal være dokumentert. Ved ferdigkontroll av nye anlegg og ved større endringer utstedes samsvarserklæring på tilsvarende måte som under trykkforskriften.

Dersom fyllingsmengden av giftig eller

¹³ Dette kan omfatte konstruksjonskontroll, produksjonskontroll, funksjonskontroll og ferdigkontroll

¹⁴ Mer enn 400 liter brannfarlig eller giftig kuldemedium, jfr. punkt 3.3.1

brannfarlig kuldemedium overstiger 400 liter, skal fyllingen meldes til DSB. Dersom det gjelder nytt anlegg, skal innmelding skje i god tid før bygging påbegynnes.

Når utstyr og anlegg tas ut av bruk, skal det fjernes eller sikres forsvarlig. Fjerning av fyllingsmengder over 400 liter giftig eller brannfarlig kuldemedium skal rapporteres til DSB.

3.3.5.3 Risikoanalyse

Eier eller bruker av utstyr og anlegg skal sikre at risikoen i tilknytning til bruken av utstyret og anlegget er redusert til et akseptabelt nivå gjennom risikoanalyse og gjennomføring av tiltak på bakgrunn av analysen. Det vises ellers til punkt 3.3.2 og Vedlegg 3.2 og 3.3.

Bedriftens ledelse har ansvaret for at risikoanalyser blir gjennomført.

3.3.5.4 Beredskap og varslings

Forskriften stiller krav om beredskap og varslings, tilpasset risikopotensialet. For detaljer vises det til underkapittel 14.14. DSB skal varsles umiddelbart ved alvorlige uhell eller ulykker.

3.3.5.5 Tilsyn

Kommunen fører tilsyn med at bestemmelsene i forskriften overholdes.

3.3.6 ATEX-forskriftene

3.3.6.1 Generelt

Det europeiske regelverket vedrørende sikkerhet i eksplosjonsfarlig atmosfære består av forskrifter vedrørende

- bruk av utstyr i eksplosjonsfarlig område (ATEX-brukerforskrift)
- krav til selve utstyret (ATEX-produkt-forskrift).

Forskriftene vil komme til anvendelse

for kuldeanlegg og varmepumper med (større mengder) brannfarlig kuldemedium, for eksempel propan, og for anlegg som opererer i brann- og eksplosjonsfarlig område, for eksempel innenfor petroleumsindustrien.

Reglene gjelder både elektrisk og ikke-elektrisk utstyr.

Hver komponent i kuldeanlegg/varmepumper må vurderes særskilt med tanke på mulig antennelse. En åpen kompressor kan for eksempel ikke installeres uten videre, selv om motoren er ex-klassifisert.

3.3.6.2 Helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer

Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer (ATEX-brukerforskrift) bygger på EU-direktiv 1999/2/EF. Forskriften pålegger virksomheter å klassifisere eventuelt eksplosjonsfarlig område etter hvor ofte atmosfæren kan bli eksplosiv og hvor lenge tilstanden kan vare (soneklassifisering). Nødvendige tiltak og krav til utstyr som benyttes innenfor området, vil avhenge av hvilken sone som gjelder. Det vises ellers til NEK 420.

Forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område (ATEX-produkt-forskrift) bygger på EU-direktiv 1994/9/EF. Forskriften er endret ved "Forskrift om endring i forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område" (2016).

Utstyr som brukes i eksplosjonsfarlig område skal være sikret mot at antennelse og eksplosjon vil oppstå. I tillegg til CE-merke, skal utstyret være forsynt med skilt med et spesielt Ex-merke plassert inne i en sekskantet ramme.

En bokstav/tall-kombinasjon identifiserer hvilke tiltak som beskytter komponenten. Det må bare benyttes utstyr som er beregnet for aktuell sone eller sone med høyere risiko. Det vises ellers til NEK 420.

3.4 REGELVERK MED HJEMMEL I MILJØVERNLOVGIVNINGEN

3.4.1 Generelt

Regelverket som angår kuldemediers miljøforhold er hjemlet i LOV-1976-06-11-79 Lov om kontroll med produkter og forbrukertjenester (produktkontroll-loven) og LOV-1981-03-13-6 Lov om vern mot forurensning og avfall (forurensningsloven). Reglene forvaltes av Miljødirektoratet.

De mest sentrale forskriftene i relasjon til kuldeanlegg og varmepumper er Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) og Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften), jfr. Vedlegg 2.1.

3.4.2 Regulering av ozonreduserende kuldemedier

Omsetning og bruk av ozonreduserende stoffer, inkludert KFK (klor-fluor-karboner) og HKFK (hydro-klor-fluor-karboner) reguleres av produktforskriften.

Det er ikke tillatt å produsere, importere, eksportere og omsette produkter og utstyr som inneholder KFK, heller ikke å etterfylle anlegg for vedlikehold. Omsetningsforbudet gjelder likevel ikke for brukte kuldemøbler med inntil 1 kg fylling og kjøretøyer med KFK i klimaanlegget.

Det er ikke tillatt å produsere, importere, omsette og installere utstyr og produkter som inneholder HKFK. Forbud mot etterfylling av resirkulert HKFK for vedlikehold av anlegg trådte i kraft 01.01.2015.

3.4.3 Regulering av fluorholdige gasser (F-gasser)

3.4.3.1 Generelt

Bruken av fluorholdige gasser, inkludert alle de vanlige HFK-kuldemediene, reguleres av F-gassforordningen. Reguleringene omfatter også blandinger hvor en eller flere av de regulerte mediene inngår. Forordningen har som formål å redusere utslipp av de fluoriserte klimagassene som omfattes av Kyoto-protokollen.

Gjeldende forordning, EU Regulation No. 842/2006, inngår som en del av produktforskriften. Hvilke medier som omfattes fremgår av forordningens Bilag I. En revidert versjon av forordningen, EU Regulation No. 517/2014, er vedtatt i EU. Den vil gjelde som norsk forskrift, eventuelt med tilpasninger, så snart den er tatt inn i produktforskriften. Foreløpig (høsten 2017) gjelder forordningen fra 2006 i Norge.

Vesentlige forskjeller mellom opprinnelig og revidert forordning er at

- det innføres en nedtrappingsplan med hensyn til tilgangen til HFK i markedet (EU Reg. No. 517/2014, Bilag V) 15
- forbudet mot bruk av regulerte gasser utvides til også å gjelde visse typer kuldeteknisk utstyr og

15 Norge vil trolig ikke innføre EU nedtrappingsplan vedrørende tilgangen på HFK i markedet. Avventer nedtrappingsplan under Montreal-protokollen. (Jfr. Revidert F-gassforordning, posisjonsnotat)

installasjoner, avhengig av medienes GWP-verdi (EU Reg. No. 517/2014, Bilag III)

- fyllingsgrensene for når ulike tiltak kreves endres fra kg HFK til tonn CO₂-ekvivalenter ¹⁶ (3 kg, 30 kg og 300 kg HFK erstattes med henholdsvis 5 tonn, 50 tonn og 500 tonn CO₂-ekvivalenter.)

Forordningens krav gjelder fullt ut for stasjonære anlegg. For mobile anlegg, inkludert AC-anlegg i bil, gjelder forenklede krav. I den reviderte forordningen er kravene til stasjonære anlegg utvidet til også å omfatte anlegg for kjøle/frysetransport.

Det er nedenfor gitt en oppsummering av ulike krav i dagens forordning som direkte berører installasjon, drift og condemnering av kuldeanlegg og varmepumper.

3.4.3.2 Forebygge utslipp, forordningens artikkel 3

a) Egnede tekniske tiltak skal iverksettes for å hindre lekkasje av HFK. Ved oppdaget lekkasje, skal feilen repareres omgående.

b) Lekkasjekontroll

Anlegg med mer enn 3 kg HFK skal kontrolleres for lekkasje minst hver tolvte måned. For hermetiske anlegg går grensen ved 6 kg.

Anlegg med mer enn 30 kg HFK skal kontrolleres minst hver sjetten måned.

Anlegg med mer enn 300 kg HFK skal kontrolleres hver tredje måned. Ved installert system for lekkasjedeteksjon

¹⁶ Antall CO₂-ekvivalenter (i tonn) beregnes som antall tonn HFK multiplisert med aktuell GWP-verdi

kan kontrollfrekvensen halveres, jfr. punkt c).

Det skal kontrolleres at anlegget er tett innen en måned etter at en lekkasje er reparert.

c) System for lekkasjedeteksjon

Anlegg med mer enn 300 kg HFK skal ha installert system for å oppdage lekkasje. Systemet skal funksjonskontrolleres hver 12. måned.

d) Journalføring

d1) Kuldemedieregnskap

Det skal føres kuldemedieregnskap for anlegg med mer enn 3 kg HFK. Regnskapet skal omfatte originalt påfylt type og mengde HFK, etterfylling under drift og gjenvinning ved service og condemnering. Påfylt mediums opprinnelse (nytt eller gjenvunnet) skal også fremgå.

d2) Annen relevant informasjon

Det skal føres protokoll over gjennomførte lekkasjekontroller og andre serviceoppdrag, med informasjon om hvem som har utført kontrollen (firma og person), dato for gjennomføring og resultatet. Det skal klart fremgå av protokollen hvilket anlegg informasjonen gjelder.

3.4.3.3 Gjenvinning (forordningens artikkel 4)

HFK i kuldeanlegg, luftkondisjoneringsanlegg og varmepumper skal gjenvinnes for gjenbruk eller destruksjon.

Merknad: Her gjelder ingen fyllingsbegrensning

Tilsvarende krav til gjenvinning gjelder for kuldemedium i engangsbeholdere og kuldemedieflasker som returneres for skrotning.

3.4.3.4 Opplæring og sertifisering (forordningens artikkel 5)

Bedrifter og personell som skal arbeide med HFK skal være sertifisert. Sertifikat utstedes av et eget sertifiseringsorgan (I Norge: Isovator Sertifisering, Hokksund¹⁷) som har inngått avtale med en rekke virksomheter for gjennomføring av eksamen.

Personellsertifikat utstedes i fire kategorier (I-IV), avhengig av typer arbeidsoppgaver og anleggenes størrelse (basert på kommisjonsforordning 303/2008):

Kategori I: Alle typer arbeidsoppgaver som omfattes av F-gassforordningen, uavhengig av fyllingsmengden

Kategori II: Alle typer arbeidsoppgaver som omfattes av F-gassforordningen for anlegg med mindre enn 3 kg HFK. For hermetiske anlegg er grensen 6 kg. Lekkasjekontroll kan utføres på alle anlegg, uavhengig av fyllingsmengden.

Kategori III: Gjenvinning av HFK fra kuldeanlegg og varmepumper med mindre enn 3 kg fylling. For hermetiske anlegg er grensen 6 kg.

Kategori IV: Lekkasjekontroll av kuldeanlegg og varmepumper, uavhengig av fyllingsmengden.

For personell som arbeider med AC-anlegg i biler gjelder en egen godkjenning.

Bedriftssertifikatet gjelder for de kategorier der bedriften har sertifisert personell i tilstrekkelig omfang til å utføre arbeidsoppgaver som krever sertifisering.

Kravene er beskrevet i detalj i egne forordninger:

17 Nettdressen: <http://www.returgass.no>

- EU Regulation No. 1494/2007 (merking av produkter som inneholder F-gasser)
- EU Regulation No. 1516/2007 (lekkasjekontroll av stasjonære anlegg med F-gasser)
- EU Regulation No. 303/2008 (sertifisering av foretak og personell som arbeider med stasjonære anlegg med F-gasser)
- EU Regulation No. 307/2008 (godkjenning av personell som arbeider med klimaanlegg i biler med F-gasser)

3.4.4 Levering av kuldemedier m.m. til godkjent mottak

Avfallsforskriften regulerer oppbevaring, levering og håndtering av stoffer som er definert som farlig avfall i henhold til Den europeiske avfallslisten. Listen omfatter kuldemediegruppene KFK, HKFK, HFK, samt olje og oljeholdig avfall og kulde-/varmebærere (frostvæske) som inneholder farlige stoffer, for eksempel etylenglykol. HFO-medier vil eventuelt også komme med på samme liste.

Kuldemedium, olje, kulde-/varmebærere osv. skal samles opp ved service og kondemnering og leveres til mottak, eller gjenbrukes når dette er aktuelt. Dette gjelder også ammoniakk og ammoniakkholdig vann (selv om de ikke inngår i avfallslisten). Innlevering skal skje minst en gang i året. Gjenvinning av CO₂ og hydrokarboner kreves ikke av miljømessige årsaker.

3.4.5 Levering av EE-avfall til godkjent returselskap

Avfallsforskriften regulerer mottak, innsamling, gjenvinning og annen forsvarlig behandling av kasserte elektriske og elektroniske produkter (EE-produkter). Produktgruppen innbefatter kuldemøbler (private hvitevarer og kommersielle

møbler) og fastmontert utstyr som AC-aggregater og varmepumper, og også elektromotorer, elektriske/elektroniske automatikkomponenter, ledninger osv.

Avfallsforskriften pålegger forhandler og kommune å ta imot EE-avfall for videreleveranse til godkjent returselskap.

3.4.6 Kassering av kjøretøy

Avfallsforskriften krever at kuldemedium og olje i eventuelt klimaanlegg skal tappes av for gjenvinning eller destruksjon når kjøretøy kondemneres.

3.5 MASKINFORSKRIFTEN

Forskrift om maskiner (FOR 2009-05-20-544) (sist endret 08.12.2015, FOR-2015-12-04-1393) bygger på EUs maskindirektiv (direktiv 2006/42/EC). Den retter seg mot produsenter, leverandører, importører, forhandlere osv. av maskiner. Formålet er å sikre at maskiner konstrueres og utformes slik at de kan fungere, innstilles og vedlikeholdes uten at personer utsettes for fare.

I tillegg til selve maskinene, omfatter forskriften utskiftbart utstyr, redskaper, sikkerhetskomponenter osv.

Maskiner skal ikke markedsføres, omsettes eller tas i bruk før de aktuelle kravene i forskriften er oppfylt. Dette omfatter grunnleggende tekniske krav, teknisk dokumentasjon, brukerveiledning, samsvarserklæring og CE-merke.

Kuldeanlegg og varmepumper er å betrakte som maskiner, det samme gjelder åpne kompressorer, vifter, åpne pumper, motoropererte ventiler osv. Forskriften omfatter det mekaniske

maskineriet med drivanordninger, energitilførselssystem og styring/sikring.

Maskinprodusenten eller dennes representant skal sørge for at det blir gjennomført en risikovurdering for å fastslå hvilke krav til vern mot fare for liv og helse som knytter seg til den aktuelle maskinen. Det skal tas hensyn til resultatene av risikovurderingen når maskinen konstrueres og bygges.

Maskiner skal være konstruert og utført slik at de kan fungere, innstilles og vedlikeholdes uten at personer utsettes for risiko når operasjonene blir utført under forhold produsenten har forutsatt, men også ved feil bruk som med rimelighet kan forutses. Ved bruk av væsker og gasser, skal maskiner være konstruert og bygd slik at det ikke oppstår risiko ved påfylling, bruk, oppsamling eller tømming.

Forskriftens Vedlegg I inneholder en rekke detaljerte krav til konstruksjon, oppstilling og sikring av maskiner. Det stilles særskilte krav til bl.a.:

- styresystemer (inkl. betjening, igangsetting, normal stopp, nødstop, svikt i styringssystem eller energitilførsel osv.)
- vernetiltak mot mekanisk fare, for eksempel stabilitet, bevegelige maskindeler, brudd under drift, skarpe kanter og hjørner mv.
- vernetiltak mot annen fare, for eksempel i tilknytning til bruk av elektrisitet, høye/lave temperaturer, brann/eksplosjon, støy, vibrasjon osv.
- forhold i tilknytning til vedlikehold
- nødvendig informasjon for sikker betjening, inkl. merking

Særlig viktige krav i tilknytning til kuldeanlegg og varmepumper er at uven-

tet start av maskinen ikke skal være mulig og at maskiner ikke skal kunne hindres i å stanse når stoppsignal er gitt.

NS-EN ISO 12100:2010 "Maskinsikkerhet – Hovedprinsipper for konstruksjon, risikovurdering og risikoreduksjon" gir generelle retningslinjer for hvordan maskinsikkerhet kan oppnås og utfyller forskriften.

Maskiner skal samsvarserklæres og påsettes CE-merke. Samsvarserklæringen skal bekrefte samsvar med forskriften, at all nødvendig teknisk dokumentasjon foreligger og vise til hvilke (harmoniserte) standarder som er brukt. Kravene er nærmere beskrevet i maskinforskriftens § 8, samt Vedlegg II og III til forskriften.

Maskiner som ikke kan fungere selvstendig, men som skal inngå i en komplett maskin, skal være forsynt med en produsenterklæring, men skal ikke ha CE-merke. Produsenterklæringen skal bl.a. inneholde bekreftelse på at maskinen er beregnet på å bli montert i eller sammenstilt med andre maskiner som faller under forskriften, samt et forbud mot å ta maskinen i bruk før den sammensatte maskinen er erklært å være i samsvar med forskriften (jfr. maskinforskriftens § 9 samt Vedlegg II).

Dersom maskiner omfattes av flere forskrifter som fastsetter krav om CE-merking, indikerer CE-merket at maskinen oppfyller kravene i alle forskriftene. Hvilke forskrifter som omfattes, skal fremgå av samsvarserklæringen.

3.6 ØKODESIGNFORSKRIFTEN OG ENERGIMERKEFORSKRIFTEN

Økodesignforskriften ("Forskrift om miljøvennlig utforming av energi-relaterte produkter" av 01.03.2011 med endringer av 24.04.2016 og 03.11.2017) implementerer EU-direktiv 2009/125/EC (økodesigndirektivet) i Norge. Forskriften stiller klare minimumskrav til energieffektivitet for energirelaterte produkter som skal markedsføres. I tillegg stilles det omfattende krav til produktinformasjon.

Produsenter av slike produkter må tilpasse seg kravene i designfasen, dokumentere at produktene oppfyller kravene og påsette CE-merke. Myndighetene kontrollerer at kravene er oppfylt gjennom testing av ett eller flere eksemplarer av produktene. Produkter som ikke oppfyller kravene, nektes adgang til markedet.

Krav til spesifikke produkter eller produktgrupper er gitt i separate EU-forordninger. De mest aktuelle forordningene for kuldeanlegg, AC-anlegg og varmepumper finnes i følgende forordninger:

- forordning (EU) 643/2009 (Kjøle- og frysemøbler for husholdningsbruk)
- forordning (EU) 206/2012 (Klima-anlegg og komfortventilatorer)
- forordning (EU) 2015/1095 (Profesjonelle kjøle- og frysemøbler, blåse-kjølere, kondenseringsaggregater og væskekjølere til prosesskjøling)
- forordning (EU) 2016/2281 (Luft-varmeprodukter, kjøleprodukter, høytemperatur væskekjølere til prosesskjøling og fancoils)

I tillegg bør regnes med to forordninger som ennå ikke er tatt med i den norske forskriften:

- forordning (EU) 813/2013 (Produkter til romoppvarming og anlegg til kombinert rom- og tappevannsoppvarming)
- forordning (EU) 814/2013 (Vannvarmere og varmtvannsbeholdere)

For samtlige områder gjelder i tillegg forordning (EU) 2016/2282. (Angår bruk av toleranser i forbindelse med myndighetenes verifikasjonstester).

Produktkravene skjerpes i ett eller flere trinn, i takt med forventet produktforbedring.

Energimerkeforskriften for produkter ("Forskrift om energimerking av energirelaterte produkter" av 27.05.2013 med endringer av 02.11.2017) implementerer EU-direktiv 2010/30/EU (energimerkedirektivet) i Norge. Forskriften stiller krav om at produktene det gjelder er tydelig merket på en skala fra A (grønn) til G (rødt) i henhold til produktets energieffektivitet. I takt med en generell effektivisering, er A-produktene på enkelte sektorer gitt betegnelser A+, A++ og A+++, i stigende effektivitetsrekkefølge.

Hensikten med forskriften er at forbrukerne skal kunne velge de mest energieffektive produktene, med lave driftskostnader og mindre miljøpåvirkning. Forskriften angår derfor først og fremst produkter for privatmarkedet.

3.7 ANDRE RELEVANTE DIREKTIVER/FORSKRIFTER

Andre relevante EU-direktiver er lavspenningsdirektivet, Directive 2014/35/EU (LVD) og direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet, Directi-

ve 2014/30/EU (EMC-direktivet). Lavspenningsdirektivet har som formål å sikre at elektrisk lavspent utstyr (50-1000 V) er sikkert i bruk. Direktivets krav er inntatt i norske forskrifter som omhandler elektrisk og elektronisk utstyr og installasjoner, eksempelvis Forskrift om elektrisk utstyr (feu) (FOR-2011-01-14-38, sist endret 20.04.2016) og Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (fel) (FOR-1998-11-06-1060, siste endret 01.06.2016).

Relevant norm for utførelse er NEK 400 "Elektriske lavspenningsinstallasjoner". I tillegg kommer ulike normer for spesielle typer installasjoner.

Direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet skal sikre at elektrisk/elektronisk utstyr kan fungere tilfredsstillende uten å skape forstyrrelser for tilsvarende utstyr i nærheten, samt at utstyret selv er mest mulig motstandsdyktig mot elektroniske forstyrrelser fra annen apparatur.

Det finnes et stort antall standarder og normer under EMC-direktivet. For kuldeanlegg og varmepumper vil de generelle standardene i IEC 61000-serien være relevante.

Når forhold som omfattes av disse direktivene/forskriftene berøres, skal dette framgå av samsvarserklæringen.

3.8 FOREBYGGENDE TILTAK MOT LEGIONELLA

Krav om forebyggende tiltak mot legionella i bl.a. fordamningskondensatorer og kjøletårn er beskrevet i Forskrift om miljørettet helsevern (FOR-2003-04-25-486, med siste endring FOR-2016-12-16-

1603). Forskriften stiller krav til utstyret, vedlikeholdet av det og rutiner og rapportering (bedriftens internkontroll).

For kjøletårn og luftvaskere (skrubbere) er det meldeplikt til kommunen ved første gangs oppstart og ved utvidelser og endringer av utstyr hvor legionella kan utvikle seg. Videre skal vurdering av innretningen utført av akkreditert inspeksjonsorgan legges fram for kommunen hvert 5. år ¹⁸. Det skal også meldes fra dersom en mener at det er feil ved utstyret som kan føre til at legionella utvikles og spreses.

Statens institutt for folkehelse har utgitt informasjonsheftet «Forebygging av legionellasmitte – en veiledning», 4. utg. 2015.

Krav og anbefalinger vedrørende drift og renhold av fordunstningskondensatorer og kjøletårn må følges nøye. Det vises også til veiledninger for drift, renhold og desinfeksjon som gjerne leveres med utstyret.

3.9 KRAV TIL KVALIFIKASJONER OG OPPLÆRING

3.9.1 Generelt

Lovverket krever at personell som er involvert i bygging, kontroll og drift/vedlikehold av kuldeanlegg og varmepumper skal være kvalifisert, men ofte uten å konkretisere i form av spesifikke faglige kunnskaper eller innholdet i nødvendig opplæring.

Plan- og bygningsloven og byggesaks-

¹⁸ Kommunen kan gi unntak fra vurdering hvert femte år dersom inspeksjonsorganets vurdering tilsier at det ikke er vekstbetingelser for Legionella

forskriften FOR-2010-03-26-488 stiller krav til utdanning og praksis i forhold til arbeidsoppgaver. Man tar utgangspunkt i tiltaksklasser avhengig av prosjektets kompleksitet og størrelse, den funksjon som skal utføres, og stiller krav til relevant utdanning og erfaring. For kulde- og varmeanlegg er anleggets effekt bestemmende for tiltaksklasse (§9-4).

Tabell 3.3 Krav til utdanning og erfaring

Tiltaks-klasse	Beskrivelse
1	Liten kompleksitet/vanskelighetsgrad: Feil kan medføre mindre konsekvenser.
2	Liten kompleksitet/vanskelighetsgrad: Feil kan medføre middels konsekvenser. Middels kompleksitet/vanskelighetsgrad: Feil kan medføre små/middels konsekvenser.
3	Liten kompleksitet/vanskelighetsgrad: Feil kan medføre store konsekvenser. Stor kompleksitet/vanskelighetsgrad: Feil kan medføre store konsekvenser.

Det er definert følgende fire utdanningsnivåer:

- a Fag- eller svenneprøve
- b Mesterbrev eller fagskole (120 fag-skolepoeng)
- c Høgskolenivå (høgskoleingeniør, bachelor, 180 studiepoeng)
- d Universitetsnivå (sivilarkitekt, sivilingeniør, mastergrad, 300 studiepoeng)

NS-EN 13313-2010 skisserer kompetansekrav til ulike kategorier personell. Standarden opererer med tre kategorier; Kategori A: vedlikeholdspersonell
Kategori B: personell som installerer og

personell som undersøker sammenføringene, jfr. punkt 3.3.4.10.

Personell som skal bygge eller drive service på kuldeanlegg og varmepumper med HFK må være sertifisert som beskrevet i punkt 3.4.3.

3.9.3 Drifts- og vedlikeholdspersonell

Temaveiledningen for kulde- og varmepumpeanlegg (jfr. 3.3.5) angir i § 7.1 eksempler på hva som regnes å dekke kompetansekravet til drifts- og vedlikeholdspersonell på anlegg med potensielt høy risiko (mer enn 400 l giftig eller brannfarlig væske):

- Kjølemaskinistskole
- Kjølemontørfagbrev med praksis fra relevant anlegg
- Annen relevant kompetanse, for eksempel minst 6 års sammenhengende operatørpraksis

For driftspersonell på anlegg med lavere risikopotensial er kravet til dokumenterte kvalifikasjoner lavere. Det må likevel minst inneholde:

- hvordan anlegget er bygget opp og fungerer
- hvordan utstyret/anleggets overvåkings- og sikringsutstyr fungerer, og hvordan funksjonstest av systemene utføres
- risikoforhold ved bruk av utstyr/anlegg og hvilke deler som er mest utsatt for skader
- kunnskap om korrosjon og hvordan dette kan forhindres
- kontroll og vedlikehold av armatur og utstyr
- konservering av utstyr/anlegg
- rapportering og journalføring
- * kunnskap om gjeldende lover, forskrifter, retningslinjer og standarder

NS EN 387-4, §4.1.1 og 4.1.2 peker på

Effekt kW (SAK 10)	Funksjon	Utdanning	Erfaring år
Mindre enn 50	Søker	b	4
	Prosjekterende	b	4
	Utførende	a	2
	Kontrollerende	b	4
Over 50 Under 150	Søker	b	6
	Prosjekterende	c	6
	Utførende	b	3
	Kontrollerende	c	6
Over 150	Søker	d	8
	Prosjekterende	d	8
	Utførende	c	5
	Kontrollerende	d	8

reparerer anlegg

Kategori C: personell som prosjekterer, forestår igangkjøring og som foretar inspeksjoner/kontroller

For hver kategori er det spesifisert innenfor hvilke områder personellet må ha grunnleggende og mer dyptgående kunnskap, samt praktisk erfaring.

Opplæring/kompetanse skal fornyes i takt med den tekniske utviklingen og skal være dokumentert.

3.9.2 Særskilte krav til kvalifikasjoner

For anlegg under trykkforskriften gjelder det særlige krav til godkjenninger for personell som sveiser/lotter rør og for

at den ansvarlige for installasjonen skal sørge for at de som skal drifte anlegget (drift, overvåkning og vedlikehold) skal gis adekvat instruksjon i forhold til sine oppgaver, at sikkerhetsaspektet ivaretas og at kuldemedier blir riktig behandlet.

4 KLASSIFISERING

4.1 SYSTEMTYPER

Kuldeanlegg og varmepumper klassifiseres i direkte og indirekte systemer, etter hvilken metode som benyttes for å ta opp varme fra mediet som kjøles eller avgir varme til mediet som varmes.

4.1.1 Direkte systemer

Kuldeanlegget eller varmepumpen har direkte system når

- anleggets fordampere står i direkte forbindelse med luften eller mediet som krever kjøling eller som fungerer som varmekilde (direkte system på fordampersiden)
- anleggets kondensator eller gasskjøler står i direkte forbindelse med luften eller mediet som krever oppvarming eller fungerer som varme-sluk (direkte system på kondensatorsiden)

Ved direkte system vil kuldemedium i tilfelle lekkasje kunne tilføres område(r) hvor mennesker befinner seg, avhengig av hvor lekkasjen oppstår.

Merknad: Anlegg med fordampere eller kondensator/gasskjøler plassert i til-luftskanal regnes som direkte system. Tilsvarende gjelder for anlegg som kjøler eller varmer væske (vann) som kan komme i kontakt med mennesker. Eksempler: Spraykjøling, varmtvannsbe-redning

Dersom det benyttes et fordampende/kondenserende medium som kuldebærer (sekundærkuldemedium), blir sekundærkretsen å regne som direkte system. Reglene for direkte system i

forhold til aktuell type og mengde kuldebærer vil gjelde.

4.1.2 Indirekte systemer

4.1.2.1 Generelt

Kuldeanlegget eller varmepumpen har indirekte system når

- det finnes en lukket sirkulasjonskrets med kuldebærer mellom anleggets fordampere og varmeveksler(e) som opptar varme fra luften eller mediet som kjøles (indirekte system på fordampersiden)
- det finnes en lukket sirkulasjonskrets med varmebærer mellom anleggets kondensator og varmeveksler(e) som avgir varme til luften eller mediet som varmes (indirekte system på kondensatorsiden)

Indirekte systemer skal følge samme regler og krav som direkte systemer dersom kulde- eller varmebæreren kan komme i direkte kontakt med luften eller mediet som skal kjøles eller varmes.

For skøytebaner (innendørs og uten-dørs) gjelder spesielle krav, jfr. NS-EN 378-1:2016, tillegg F.

4.1.2.2 Prinsipper for direkte og indirekte systemer

Prinsippskjemaer for ulike systemar-rangementer fremgår av NS-EN 378-1 § 5.4. Noen enkle prinsippskisser er vist i Vedlegg 4.1.

4.2 LOKALER

4.2.1 Oppholdssted, romvolum

4.2.1.1 Definisjoner

Med "oppholdssted" menes lokale der folk oppholder seg en viss tid eller stadig besøker. Eksempelvis er hall, vestibyle, trappeoppgang etc. å regne

som oppholdssted. Lokale som folk besøker mer tilfeldig regnes ikke som oppholdssted, unntatt når det utgjør arbeidsplass. Kjøle- og fryselagere er vanligvis å regne som oppholdssteder, kuldemaskinrom normalt ikke (jfr. punkt 4.2.2.).

Med "romvolum" i forbindelse med kuldemediemengder forstås det frie volumet av det minste oppholdsstedet der deler av kuldeanlegget er plassert eller der kuldemediefyllingen kan lekke inn i ved lekkasje. To oppholdssteder som står i åpen, ikke avstengbar forbindelse med hverandre, eller som har felles ventilasjonssystem som inneholder fordampere eller kondensator/gasskjøler, skal regnes som ett oppholdssted ved beregning av romvolumet.

Dersom fordampere eller kondensator/gasskjøler er lokalisert i et ventilasjonssystem som betjener flere rom, skal volumet av det minste rommet benyttes. Dersom luftmengden til et område ikke kan reduseres til under 10 % av maksimal luftmengde ved bruk av reduksjonsinnretning, skal området inkluderes ved beregning av minste rom.

For kuldemedier i klasse A1 skal det totale volumet av alle rom som kjøles eller oppvarmes av ett system, benyttes ved beregningen om lufttilførselen ikke kan reduseres til under 25 % av full ytelse.

For kuldemedier i klasse A1 skal virkningen av luftvekslinger tas i betraktning ved beregningen om området har en mekanisk ventilasjon som vil arbeide under opphold i rommet.

For flere detaljer vises til NS-EN 378-1:2016, kapittel 7.

4.2.1.2 Klasser av oppholdssteder¹

Oppholdssteder inndeles i tre kategorier ut fra sikkerheten for personer som kan bli direkte berørt av unormale forhold ved driften av kuldeanlegget/varmepumpen, for eksempel kuldemedielekkasje

- Generelt oppholdssted, kategori a
- Overvåket oppholdssted, kategori b
- Oppholdssted med kun autorisert adgang, kategori c

Ved klassifiseringen skal det tas det hensyn til oppholdsstedets art, beliggenhet, antall mennesker til stede osv. Kategoriene og forhold som karakteriserer dem er stilt opp i Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Klassifisering av oppholdssteder

Kategori	Generell karakteristik
a	Lokaler, deler av bygning eller bygning der - det er soveplasser - mennesker har begrenset bevegelsesfrihet - et ukjent antall mennesker er tilstede - det er fri adgang for alle uten informasjon om sikkerhetsrutiner, etc.
b	Lokaler, deler av bygning eller bygning der bare et begrenset antall mennesker kan samles og noen er kjent med sikkerhetsrutiner etc.
c	Lokaler, deler av bygning eller bygning der det foregår produksjon ol. eller lagring av materiell eller produkter og hvor bare "autoriserte" personer med kjennskap til sikkerhetsrutiner osv. har tilgang

Ved flere rom av ulike kategorier, skal kravene for strengeste kategori gjelde. Dersom rommene er skilt med tette

¹ I NS-EN 378-1:2016 benevnt "tilgangskategorier".

vegger, golv og tak, kan rommene klassifiseres individuelt.

For ytterligere informasjon vises til NS-EN 378-1, § 5.1

Ved plassering av utstyr for kuldeanlegg og varmepumper, må det alltid tas hensyn til tilgrensende rom. Muligheten for at tunge kuldemedier kan danne lommer med lite oksygen eller med eksplosjonsfarlig blanding ved brennbart medium må vurderes spesielt, herunder om mediet kan følge sjakter eller trapperom ned i kjeller eller andre

Eksempler (ikke utfyllende)

Sykehus, fengsler, teatre, supermarkeder, skoler, forelesningssaler, offentlige transport-terminaler, hoteller, boliger, restauranter

Kontorer, laboratorier, rom for generell produksjon eller utførelse av arbeid

Produksjonslokaler, for eks. for kjemikalier, mat, drikkevarer, iskrem, raffinerier, kuldelagere, meierier, slakterier, områder i supermarkeder uten alminnelig adgang for publikum

lavereliggende rom med liten naturlig ventilasjon.

4.2.2 Andre lokaliteter

4.2.2.1 Generelt

Lokaler som ikke omfattes av karakteristikkene i Tabell 4.1 regnes i utgangspunktet ikke som oppholdssteder. Sikkerheten i tilknytning til plassering av anlegg eller deler av anlegg skal likevel alltid vurderes. Se også punkt 5.4.2.5.

4.2.2.2 Maskinrom

Kuldemaskinrom (forkortet maskinrom) er et rom som er bygd og utrustet spesielt for å huse hele eller deler av kuldeanlegg eller varmepumper. Maskinrom kan inneholde annet teknisk utstyr forutsatt at dette ikke reduserer sikkerheten, men kan også være bygget separat for bare kuldeteknisk utrustning. Se definisjoner i NS-EN 378-1:2016, §§ 3.2.1 og 3.2.2.

Maskinrom regnes ikke som oppholdssted, forutsatt at rommet ikke samtidig fungerer som verksted e.l. og er bemannet i perioder.

Krav til maskinrom fremgår av normens kapittel 10 og NS-EN 378-3:2016, kapittel 5

4.3 OPPSTILLINGSSTEDER FOR KULDEANLEGG OG VARMEPUMPER

Kuldeanlegg og varmepumper kan stilles opp på ulike måter. Oppstillingsstedet danner grunnlag for hvilke kuldemedier som ut fra sikkerhetsgrunner kan benyttes og i hvilken mengde. NS-EN 378-1 definerer fire former for oppstilling av anlegg:

1. Klasse I: Oppstilling av anlegget eller deler av dette i lokale som er klassifisert som oppholdssted.

2. Klasse II: Oppstilling av høytrykks-siden (kompressorer, receive og kondensatorer osv.) i maskinrom (klassifisert som ikke oppholdssted) eller i det fri.

3. Klasse III: Oppstilling av alle komponenter som inneholder kuldemedium i maskinrom (klassifisert som ikke oppholdssted), eller i det fri.

4. Klasse IV: Oppstilling i ventilert kabinett (container) som skal tilfredsstille kravene i EN 378-2:2016 og EN 378-3:2016. Se også normens underkapittel 10.7.

Merknad: I reverserbare anlegg vil høy- og lavtrykkssiden bytte posisjon avhengig av anleggets driftsmodus.

Kuldeanlegg og varmepumper skal ikke installeres i trapper, på avsatser, i innganger eller utganger om de hindrer fri ferdsel.

Rommet regnes ikke som oppstillingssted dersom:

- kuldeanlegget/varmepumpen er plassert i et gasstett kabinett (container e.l.), som er luftet til annet lokale eller til det fri.
- kuldemedieførende rør som passerer gjennom rommet er lagt i en egen brannsikker ² kanal som er tett mot rommet, men har åpen forbindelse til annet rom eller til det fri.
- eneste installasjon er rørledning med kuldemedium i klasse A1 som passerer gjennom rommet. Ledningen må

være uten sammenføyninger eller ventiler etc. og lagt minst 2.2 m over golvnivå. Rørgjennomføringer i vegger/tak skal være tette.

4.4 KULDEMEDIER

4.4.1 Generelt

Kuldemedier velges blant kjemikalier med passende damptrykk for kulde/varmepumpe-prosessen. De kan være fremstilt i laboratoriet ut fra ønskede tekniske og sikkerhetsmessige egenskaper eller være naturlig forekommende stoffer som er anvendelige for formålet.

Laboratoriekonstruerte medier består av hydrokarboner hvor ett eller flere av hydrogenatomene er erstattet med fluor (HFK) eller fluor og klor (HKFK). Klorholdige medier skader ozonlaget og bruken er under utvikling. De er i tillegg sterke klimagasser, jfr. punkt 4.4.2.

Også HFK-medier påvirker klimaet. Mediene er derfor pålagt høy miljøavgift. Gjennom F-gass-forordningen stilles det i tillegg strenge krav til oppfølging av anlegg med HFK for å minimere lekkasjer og utslipp, jfr. punkt 3.4.3.

En ny gruppe HFK-medier basert på olefiner (en gruppe umettede hydrokarboner) er under utvikling. Mediene benevnes gjerne HFO (hydrofluorolefiner) for å skille dem fra tradisjonelle HFK-medier. De karakteriseres ved svært lav klimaeffekt. Mediene er brennbare i ren form, men det kreves høye konsentrasjoner og stor tennenergi. Flamme- forplantningshastigheten er svært lav. (Se punkt 4.4.3.3).

Blandinger av HFK og HFO, hvor kulde-tekniske egenskaper tilpasses behovet,

² Minimum klasse B60

er utviklet. Flere ulike blandinger som kan erstatte HKFK og HFK-medier er tilgjengelige. Innholdet av HFK reduserer brennbarheten og flere av blandingene karakteriseres som ikke brennbare.

De naturlige kuldemediene omfatter ammoniakk, karbondioksid og hydrokarboner. De påvirker ikke det globale miljøet, men kan være farlige for nærmiljøet ved lekkasje på grunn av giftighet (ammoniakk) og brennbarhet (hydrokarboner).

Kuldemedier som ikke lukter kan være til fare ved fortrenging av oksygen, spesielt dersom de er tyngre enn luft. Merk at CO₂ kan være farlig ved lavere konsentrasjon enn det som gir direkte kvelning, jfr. punkt 4.4.3.2.

Oversikt over de mest aktuelle kuldemediene, samt tilhørende kuldetekniske data og HMS-data finnes i Vedlegg 4.2 og Vedlegg 4.3.

4.4.2 Kuldemediers drivhusvirkning

4.4.2.1 Direkte effekt

Drivhuseffekten skyldes enkelte gassers evne til å absorbere infrarød stråling, og derved påvirke jordens varmebalanse i retning av økt temperatur. Gassenes «drivhuspotensial» (GWP-verdi ³) angis i forhold til potensialet for CO₂, som per definisjon har GWP = 1.

Vanlige HFK-medier er å finne blant høy-GWP-gassene, med GWP-verdier opp til 4000. De nye HFO-mediene (HFO-1234yf og HFO-1234ze) har GWP < 1. Innblanding av HFO i HFK vil redusere GWP-verdien for HFK-mediene. De mest aktuelle HFK/HFO-blandingene har GWP-verdier i området ca. 70-2000. Blandinger med GWP < ca. 550 er brennbare. Ammoniakk er uten drivhusvirkning. De vanligste hydrokarbonene har GWP < 5.

GWP-verdier for de vanligste kuldemediene fremgår av Vedlegg 4.3.

4.4.2.2 Indirekte effekt

For kuldeanlegg og varmepumper som drives med varmekraft, må det ved vurdering av anleggenes bidrag til drivhuseffekten også tas hensyn til den mengden CO₂ som dannes ved elproduksjonen. Anleggenes energieffektivitet spiller derved en vesentlig rolle.

Det samlede bidraget uttrykkes ved parameteren TEWI ⁴. TEWI inkluderer direkte effekt fra selve kuldemediet og indirekte effekt fra elproduksjonen. For beregning av TEWI vises til NS-EN 378-1:2016, Tillegg B

Generelle kriterier for minst mulig bidrag til drivhuseffekten vil derfor være:

- kuldemedier uten eller med lav GWP
- systemløsninger og komponentvalg som gir energieffektive anlegg
- utførelser med færrest mulig potensielle lekkasjepunkter
- utførelser som krever minst mulig anleggsfylling
- effektivt vedlikehold som opprettholder god energieffektivitet og anleggets tetthet
- gjenvinning av kuldemediet ved reparasjoner og kondemnering

4.4.3 Sikkerhetsklasser

4.4.3.1 Generelt

Kuldemediene deles inn i sikkerhetsklasser på grunnlag av medienes betydning for helse og sikkerhet (giftighet, brann/eksplosjon). Klassifiseringen er

3 GWP - global warming potential

4 TEWI - total equivalent warming impact

etter ASHRAE, men er gjennomført også i internasjonale standarder (ISO, EN)

Et mediums klasse angis ved en kombinasjon av en bokstav og et tall, for eksempel A1, B2. Bokstaven indikerer mediets sikkerhetsklasse på bakgrunn av giftighet. Tallet indikerer sikkerheten på bakgrunn av brann- og eksplosjonsfare. ASHRAEs sikkerhetsklasser (per 2014) fremgår av Tabell 4.2.

Tabell 4.2 Sikkerhetsklasser for kuldemedier etter ASHRAE

	Lite giftig	Mer giftig
Høy brennbarhet	A3	B3
Moderat brennbarhet	A2 A2L	B2 B2L
Ikke brennbart	A1	B1

Grunnlaget for klassene i tabellen fremgår av den videre teksten.

4.4.3.2 Klassifisering med hensyn på giftighet

Kuldemedier plasseres i en av to grupper, A eller B, avhengig av hvor høy varig konsentrasjon mennesker kan tillates å bli utsatt for. Skillet går ved 400 ppm. Medier i klasse A har ingen påviselig giftvirkning opp til denne grensen ved lang tids eksponering (8 timer/dag, 40 timer/uke).

De fleste kuldemediene i kategoriene HKFK, HFK og HFO, samt karbondioksid (CO₂) og hydrokarboner, tilhører giftighetsklasse A. Ved innvirkning av åpen flamme eller varme flater, kan de klor og/eller fluorholdige mediene spaltes til giftige gasser, spesielt saltsyre og flussyre. Spaltningsproduktene har en irriterende lukt.

CO₂ skiller seg fra de øvrige mediene i klasse A ved at forgiftning inntre ved vesentlig lavere konsentrasjon enn kvelning. Dette har å gjøre med at CO₂ i innåndingsluften påvirker pH-verdien (syrebalansen) i blodet. Ved moderate konsentrasjoner i luften (3 - 5 %) kompenserer kroppen dette (delvis) ved hyppigere pustefrekvens. Ved over 10 % konsentrasjon kan bevisstløshet inntre og eventuelt død om ikke personen bringes raskt ut i frisk luft.

Ammoniakk er i dag det eneste aktuelle kuldemediet i giftighetsklasse B. Ammoniakk er akutt giftig og etsende, men har en automatisk varseleffekt gjennom sin karakteristiske skarpe lukt, som merkes helt ned til ≈ 5 ppm. Lukten kan være så intens at den i gitte situasjoner kan skape panikk. Ammoniakk kan være dødelig i høye konsentrasjoner, avhengig av eksponeringstid (1500-2000 ppm ved ½ time eksponeringstid, 500-600 ppm ved fire timer). Vedlegg 4.5 viser en (omtrentlig) oversikt over hvilken innvirkning ammoniakk-gass har på mennesker. Tilsvarende tabell for CO₂ er vist i Vedlegg 4.6.

Klassifisering av de vanligste kuldemediene på hensyn på giftighet fremgår av tabellen i Vedlegg 4.3. For en mer omfattende oversikt vises til NS-EN 378-1:2016 Tillegg E.

4.4.3.3 Klassifisering med hensyn på brennbarhet

Kuldemedier plasseres i en av fire brennbarhetsklasser, 1, 2, 2L eller 3, ut fra spesielle prøver av brennbarheten. Klasse 2L er innført ved siste revisjon av standardene for å tilpasse regelverket til de nye HFO-mediene (moderat brannfarlige).

Kuldemedier i klasse 1 antennes ikke når de utsettes for en spesiell branntest.

Kuldemedier i klasse 2 er brennbare, men bare ved konsentrasjoner over 3.5 vol-% (LFL⁵ = 3.5 %). De karakteriseres i tillegg ved at brennverdien er mindre enn 19000 kJ/kg. I klasse 2L er i tillegg flammeforplantningshastigheten under 10 cm/s.

Kuldemedier i klasse 3 har nedre brennbarhetsgrense (LFL) lik eller under 3.5 vol-% eller brennverdi lik eller over 19000 kJ/kg.

De fleste kuldemediene av type HKFK og HFK, samt CO₂, tilhører brennbarhetsklasse 1. Unntak er HFK-152a (klasse 2) og HFK-32 (klasse 2L). Rene HFO-medier og brennbare HFO-blandinger kommer i klasse 2L. Ammoniakk kommer nå i klasse 2L. Hydrokarbonene er den viktigste kuldemediegruppen i klasse 3, spesielt propan og iso-butan.

Endring av brennbarhetsklassen for ammoniakk fra 2 til 2L har ingen praktisk betydning for regler og anvisninger i tilknytning til bruken.

Klassifisering samt brennbarhetsdata for de mest aktuelle kuldemediene fremgår av Vedlegg 4.3. Tabellen gjelder for rene gasser. Ved innblandet oljedamp kan konsentrasjonsgrensen for brennbarhet være lavere.

For en mer omfattende oversikt vises til NS-EN 378-1:2016 Tillegg E.

Ved plassering av utstyr og anlegg må det også tas i betraktning at kuldemedier har ulike egenskaper. For kuldemedier som er tyngre enn luft, f. eks. CO₂, HFK, eller hydrokarboner må det vurderes

særskilt om utlekket gass kan legges seg i lavpunkter og være kvelende eller medføre eksplosjonsfare. Kuldemedier som er brannfarlige må ikke plasseres i kjeller eller annet rom under terreng.

4.4.3.4 Kuldemedieblandinger

Flere kuldemedier består av blandinger av to eller flere enkeltkjemikalier, der en eller flere av komponentene er brennbare. Blandingen er som regel ikke brennbar, men kan eventuelt bli det i forbindelse med fraksjonering (splitting), for eksempel ved lekkasje. Dersom det kan dannes brennbar gass når blandingen fraksjoneres under mest mulig ugunstige forhold ("worst case fractionation"), skal blandingen defineres som brennbar. Dette er ivarettatt ved klassifiseringen av mediene.

4.5 KULDE- OG VARMEBÆRERE (SEKUNDÆRMEDIER)

4.5.1 Generelt

Som kulde- og varmemærere benyttes væsker som er frostsikre innenfor aktuelt temperaturområde. Som regel skjer varmeopptak og avgivelse ved temperaturstigning/senkning. Det kan også benyttes et fordampende/kondenserende medium.

Fellesbenevnelsen sekundærmedier brukes om alle typer kulde- og varmemærere. Sekundærmedium med fordamping og kondensering betegnes også sekundærkuldemedium.

Kulde/varmemærere som kan komme i kontakt med næringsmidler ved eventuell lekkasje bør ikke være giftig.

4.5.2 Kulde/varmemærere som utnytter følbar varme

Rent vann er mest effektivt og bør be-

5 LFL – lower flammability limit

nyttes når temperaturen tillater dette. Ved lavere temperaturer anvendes ulike saltlaker samt alkoholer (herunder glykoler) løst i vann. Vannholdige væsker benyttet som kulde/varmebærere er normalt tilsatt inhibitorer ⁶ for å redusere korrosjonsfaren.

Ved valg av kulde/varmebærer må det tas hensyn til

- aktuelt bruksområde (konsekvenser av eventuell lekkasje)
- egenskaper overfor ulike materialtyper, inkl. pakninger og tetninger
- viskositet ved laveste brukstemperatur (viskositeten påvirker pumpearbeidet og varmevekslernes effektivitet)
- grad av frostsikring (unødvendig lavt frysepunkt betyr høyere viskositet og mindre effektivt anlegg)
- korrosive egenskaper, både inne i systemet og utenfor ved søl/lekkasje

Merknad: Korrosjon øker sterkt med temperaturen og varmebærere er vesentlig mer utsatt enn kuldebærere. Saltlaker bør ikke benyttes som varmebærere (med høy temperatur) på grunn av korrosjonsfaren.

Spritholdige varmebærere kan ha lavere flammepunkt enn aktuell væsketemperatur. Dersom en slik løsning likevel brukes, må ekstra sikkerhetstiltak mot brann ved søl og lekkasje alltid vurderes.

Store lekkasjer av kulde/varmebærer kan representere betydelige forurensningsproblemer.

⁶ Inhibitor er et tilsetningsstoff som bl.a. binder oksygen i kulde/varmebæreren og derved gjør den mindre korrosiv

Kulde/varmebæreren bør derfor være lett nedbrytbar i naturen.

Oversikt over og egenskaper for de mest aktuelle typene kulde- og varmebærere er gitt i Vedlegg 4.7.

4.5.3 Kuldebærer som utnytter latent varme

Dersom et kuldemedium benyttes som kulde- eller varmebærer, gjelder samme regler i forbindelse med oppstilling av varmevekslere, pumper, rør osv. som for direkte system med aktuell fyllingsmengde av vedkommende medium.

CO₂ er det mest aktuelle sekundærkuldemediet og er tatt i bruk på flere områder innenfor kommersiell og industriell sektor. Sammenlignet med ordinære kuldebærere gir det svært energieffektive løsninger og dimensjonene på rør og varmevekslere kan reduseres mye.

”Binæris” er en pumpbar løsning av små iskrystaller i en kuldebærer, for eksempel saltlake. Varmeopptaket skjer hovedsakelig ved at iskrystallene smelter. Teknikken er i første rekke egnet for temperaturer rundt 0 °C. Ofte benyttes binærisen for direkte kjøling, for eksempel av fersk fisk.

5 GENERELLE KRAV TIL SIKKERHET, MILJØ OG ENERGI

5.1 GENERELT

Store utslipp av kuldemedium kan medføre fare for liv og helse og skade på det globale miljøet. Samtidig representerer forhold som høye trykk, lave temperaturer, roterende maskineri mv. i seg selv fare. I Tillegg G til NS-EN 378-1: 2016 er det gitt en oversikt over typiske faremomenter som norm og standard skal bidra til å redusere.

Kuldeanlegg og varmepumper skal være konstruert, plassert og sikret slik at risikoen for uhell og skade reduseres så langt som praktisk mulig. Sikkerheten skal opprettholdes over hele anleggets levetid gjennom systematisk vedlikehold og kontroll. Behovet for korrosjonskontroll nevnes spesielt.

Merknad: Særlig korrosjonsfare oppstår ved svikt i diffusjonssperre på isolerte (kalde) rør og komponenter, samt ved temperatursvingninger over/under frysepunktet, for eksempel ved vekslende frysing/avriming

Energiforbruket kan variere svært mye avhengig av hvordan anleggene er dimensjonert og holdt ved like. Krav og anvisninger i kulde- og varmepumpenormen skal bidra til at nye anlegg er sikre og energieffektive og at kvaliteten opprettholdes over tid.

5.2 VALG AV SYSTEMLØSNING

Ved valg av systemløsning skal energi-

forbruket ved ulike alternativer vurderes og vektlegges, jfr. underkapittel 5.10, i tillegg til sikkerhet, tekniske forhold og investeringsbehov. Livsløpskostnaden (LCC) bør beregnes og inngå i vurderingsgrunnlaget.

Totrinns anlegg bruker vesentlig mindre energi enn tilsvarende anlegg med ettrinns kompresjon. For fryseanlegg vil denne energigevinsten ofte mer enn betale for tilleggsinvesteringen, spesielt for anlegg over en viss størrelse. Totrinns løsninger bør i slike tilfeller alltid vurderes.

Det skal generelt velges løsninger som gir så lite fyllingsbehov som praktisk mulig og hvor lekkasje kan forebygges og overvåkes på en best mulig måte. I gitte situasjoner kan god energiutnyttelse gis prioritet over liten fylling, om ikke begge deler kan oppnås samtidig.

5.3 VALG AV KULDEMEDIUM

Det skal velges kuldemedium som er sikkerhetsmessig og teknisk godt egnet for det systemet det skal brukes i og de forhold anlegget skal arbeide under. Det skal tas hensyn til kuldemediets effekt på det globale miljøet så vel som til foreliggende risiko for nærmiljøet.

Det skal velges kuldemedium som gir god energiutnyttelse. Mediets kritiske temperatur vil være en god rettesnor. Jo høyere kritisk temperatur, desto mer energieffektivt vil mediet normalt være ¹.

Kuldemedier som skader ozonlaget er ikke lenger tillatt brukt.

¹ Gjelder den vanlige kuldeprosessen med kondensering av kuldemediet

Ved vurdering av anleggets klimaefekt skal både det direkte bidraget fra kuldemediet og det indirekte bidraget for kraftproduksjonen medtas ("Total equivalent warming impact", TEWI). For beregning av TEWI vises til NS-EN 378-1:2016, Tillegg B. Under norske forhold vil kuldemedium med lavest GWP også gi lavest TEWI siden elproduksjonen i all hovedsak er basert på vannkraft (og kommende vindkraft).

Det skal tas hensyn til om mediet lett kan gjenvinnes/regenereres etter avtapping i forbindelse med inngrep og ved condemnering.

Dersom det benyttes kuldemedier fra flere sikkerhetsklasser, skal kravene for hver individuell klasse gjelde.

5.4 OPPSTILLING AV ANLEGG

5.4.1 Myndighetskrav

Myndighetene stiller få spesifikke krav til hvor eller hvordan et kuldeanlegg eller en varmepumpe kan plasseres. Sikkerheten i tilknytning til plassering skal være dokumentert gjennom risikoanalyse utført i forbindelse med prosjekteringen², jfr. forskrift om håndtering av farlig stoff, § 14 og tilhørende paragraf i temaveiledning om kuldeanlegg. Eier/bruker er ansvarlig for at denne risikoanalysen gjennomføres. Se også punkt 3.3.2.

Anlegg og utstyr skal plasseres slik at risikoen for brann, eksplosjon og andre utilsiktede hendelser er akseptabel. Nødvendige sikringstiltak skal være utarbeidet/utført.

² For å oppnå sikrest mulige løsninger i tilknytning til anleggets plassering, må analysen gjennomføres så tidlig som mulig i prosjekteringsfasen.

Sikringstiltakene skal også omfatte tilgrensende utstyr/anlegg og omgivelsene.

Ved plassering av større anlegg, og spesielt ved giftig eller brennbart medium, skal det tas hensyn til mulig gasspredning i nærområdet ved lekkasje. Befolkningstetthet, naboforhold og fremherskende vindretning og styrke i relasjon til boligområder, sykehus, skoler, idrettsanlegg etc. må inngå i risikoanalysen.

Medienes fysiske egenskaper skal tas i betraktning. Ammoniakk-gass er lettere enn luft og vil stige opp ved lekkasje. De fleste andre kuldemediene er tyngre enn luft og det må tas hensyn til mulig ansamling av gass i lavereliggende rom, kjellere, svømmebassenger etc.

For fullstendig informasjon, vises det til forskrift om håndtering av farlig stoff og tilhørende veiledning/temaveiledning, §§14-16.

5.4.2 Andre krav til oppstillingen

5.4.2.1 Generelt

Kuldeanlegg og varmepumper skal være beskyttet mot uautorisert betjening og sikret mot ytre, mekanisk skade og svekkelse som følge av korrosjon. Roterende deler, skarpe kanter osv. skal være godt skjermet.

Anlegg eller deler av anlegg skal ikke plasseres slik at fri passasje hindres i trapper, innganger, utganger osv. for allment bruk.

Oppstillingsstedet skal være lett å lufte ut.

Før oppstart skal oppstillingsstedet inspiseres visuelt, jfr. NS-EN 378-3:2016, § 10.3.

5.4.2.2 Utendørs oppstilling

Maskineri og utstyr for oppstilling i det fri skal være egnet for utendørs plassering. Det vises her til NS-EN 378-3:2016, § 4.2. Containerisering kan være en aktuell løsning. (Se underkapittel 10.7 om anlegg i undertrykkventilerte containere).

5.4.2.3 Oppstilling i maskinrom

For at oppstillingsstedet skal kunne regnes som maskinrom, må gitte krav til rommet være oppfylt. Se nærmere omtale i kapittel 10. Det vises også til NS-EN 378-3:2016, §§ 4.3 og 5.

Kravene gjelder både når hele anlegget står i maskinrommet og når bare deler av det, som regel komponenter på høytrykksiden, er plassert der.

5.4.2.4 Oppstilling i oppholdssted

Ved oppstilling i oppholdssted (for alt eller deler av utstyret), skal krav som omtalt i punkt 5.4.3 gjelde. Se også NS-EN 378-3:2016, § 4.5.

5.4.2.5 Oppstilling i ikke-befolket lokalitet som ikke er maskinrom

Dersom lokaliteten ikke kan skilles fullstendig fra tilgrensende oppholdssted, skal reglene for aktuelt oppholdssted gjelde. Ved fullstendig, gasstett skille, kan reglene for maskinrom gjøres gjeldende.

5.4.2.6 Oppstilling i ventilert kabinett (container)

Ved oppstilling i ventilert container, skal kravene i underkapittel 10.7 gjelde. Se også NS-EN 378-2:2016, § 6.2.15 og NS-EN-378-3:2016, § 4.6.

5.4.3 Begrensninger i kuldemedie-fyllingen

5.4.3.1 Maksimal akseptabel fyllingsmengde

Standard og norm setter grenser for hvor stor kuldemediefylling som kan være akseptabel ut fra sikkerhetsmessige vurderinger. Vurderingene bygger på den fare ulike medier kan utgjøre, avhengig av type kuldemedium og aktuelt oppstillingssted.

En sentral parameter i vurderingene er en såkalt "praktisk grenseverdi" for gasskonsentrasjonen, definert som den høyeste konsentrasjonen som kan forekomme uten at mennesker settes i umiddelbar fare. Den praktiske grenseverdien tar hensyn til mediets akutte giftighet, påvirkning av hjerterytmen, bedøvende effekt, oksygenfortrenging og brennbarhet.

Praktisk grenseverdi må ikke forveksles med hygienisk grenseverdi, som gjelder maksimale konsentrasjoner ved langtidseksposering. Praktiske grenseverdier for de mest aktuelle kuldemediene finnes opplistet i Vedlegg 4.3. En mer omfattende liste finnes i NS-EN 378-1:2016, Tillegg E.

NS-EN 378-1:2016 Tillegg C, Tabell C.1-C.3 gir en oversikt over regler for beregning av maksimal fyllingsmengde. Grunnlaget er kuldemediets giftighet og brennbarhet, samt hvor hele eller deler av anlegget stilles opp i forhold til kategori oppholdssted(er) (i standarden benevnt "tilgangskategori(er)"), jfr. punkt 4.2.1.2. Den laveste verdien basert på henholdsvis giftighet og brennbarhet bestemmer maksimal fyllingsmengde.

For brennbare medier gjelder det separate regler avhengig av anleggets formål. For anlegg for personkomfort (AC, varmepumper), se NS-EN 378-1:2016,

Tillegg C, § C.2. For andre anlegg, se NS-EN 378-1:2016, Tillegg C, § C.1.

For medier i sikkerhetsklasse A1 og A2L gir standarden en alternativ metode som under gitte betingelser kan benyttes for beregning av maksimal fylling, se NS-EN 378-1:2016, Tillegg C, § C.3.

Ved oppstilling av anlegg eller deler av anlegg i generelt oppholdssted (kategori a i henhold til Tabell 4.1), er hovedregelen at konsentrasjonen ikke skal overstige praktisk grenseverdi i Vedlegg 3 selv om hele fyllingen lekker ut ³. For giftige og/eller brennbare medier kan det i tillegg gjelde en øvre grense for fyllingsmengden målt i kg.

Ved andre romkategorier og/eller oppstillingsalternativer er kravene mindre strenge. Således gjelder det ingen fyllingsgrense ved oppstilling i oppholdssted av kategori b eller c dersom kuldemediet verken er giftig eller brennbart (sikkerhetskategori A1) ⁴.

For giftige og/eller brennbare kuldemedier (klasse A2L, A2, B2L og A3) gjelder det fyllingsbegrensninger ved alle oppstillinger av anlegg eller kuldemedieholdige anleggsdeler i rom definert som oppholdssted. Unntak er gjort for kuldemedier tilhørende klasse A2L og B2L i rom av kategori c (kun autorisert adgang) når det er lav per-

³ Praktisk grenseverdi i Vedlegg 3 kan overskrides under gitte betingelser, jfr. NS-EN 378-1:2016, Tillegg C, §§ C.2 og C.3.

⁴ Praktisk grenseverdi gjelder dersom lokalet er under grunnen eller i øvre etasjer når det er begrensede rømningsmuligheter, om ikke ekstra tiltak er gjennomført (ventilasjon, alarm)

sontetthet (<1persom per 10 m²) og høytrykkskomponentene befinner seg i maskinrom eller i det fri (oppstilling av kategori II).

For kuldemedier i klasse A3 gjelder det fyllingsbegrensning selv om hele anlegget er plassert i maskinrom eller utendørs.

Forseglede anlegg med mindre enn 150 g brennbart kuldemedium i giftighetsklasse A kan plasseres fritt.

For å finne fyllingsgrensen i hvert enkelt tilfelle går en ut fra gjeldende forutsetninger med hensyn til:

- anleggets formål (kuldeanlegg eller AC-anlegg/varmepumpe for personkomfort)
- kuldemediets giftighetsklasse
- kuldemediets brennbarhetsklasse
- hvilken kategori oppholdssted som skal betjenes
- hvor anlegget eller kuldemedieholdige anleggsdeler stilles opp
- anleggets design (antall innedeler koplet til felles utedel)

Fremgangsmåten er nærmere beskrevet i NS-EN 378-1, Tillegg C, §§ C.1-C.3.

Ved flere anlegg vurderes hvert anlegg for seg. Anlegg som er koplet sammen på kuldemediesiden, regnes som ett anlegg. Dette gjelder likevel ikke for anlegg som er krysskoblet, for eksempel av hensyn til driftssikkerhet og tilgjengelighet, når forbindelsen mellom anleggene normalt er avstengt.

5.4.3.2 Andre krav, kuldemedium i klasse A1

Kuldemedier i klasse A1, for eksempel HFK og CO₂, er farlige først og fremst

ved at luften fortrenses, samtidig som gassene er luktfrie.

Merknad: CO₂ kan være dødelig på grunn av endring av syrebalansen i blodet ved gasskonsentrasjoner betydelig under det som gir kvelning, jfr. punkt 4.4.3.2.

Kuldemediene i klasse A1 er tyngre enn luft, og det må alltid kontrolleres at farlige gasskonsentrasjoner ikke kan oppstå i lavtliggende, ikke-ventilerte områder i tilfelle (større) lekkasje.

Når fyllingen av kuldemedium er så stor at praktisk grenseverdi i Vedlegg 3 kan overskrides, skal det være installert gassalarm.

5.4.3.3 Andre krav, kuldemedium i klasse A2L, A2 og A3

Bruk av kuldemedier i klasse A2L, A2 og A3 kan kreve særlige sikkerhetstiltak mot brann/eksplosjon. Se NS-EN 378-2:2016, § 6.2.14.

Når fyllingen av kuldemedium er så stor at praktisk grenseverdi i Vedlegg 3 kan overskrides, skal det være installert gassalarm. Hermetiske anlegg med mindre enn 150 g fylling er unntatt.

Dersom fylling med brannfarlig kuldemedium overstiger gitte grenser, må det søkes om oppbevaringstillatelse i henhold til forskrift om håndtering av farlig stoff, § 6. Ammoniakk regnes ikke som brannfarlig kuldemedium i denne sammenhengen.

5.4.3.4 Andre krav, kuldemedier i klasse B1 og B2L

HKFK-123 er det eneste kuldemediet i klasse B1 som er i bruk. Det finnes ingen kuldemedier i kategori B2 og B3.

Ammoniakk er det eneste kuldemediet i klasse B2L.

Regelverket regner i mange sammenhenger ammoniakk som ikke brennbar, selv om mediet kan antennes innenfor et visst konsentrasjonsområde i luft (jfr. Vedlegg 4.3). Dette begrunnes i at mediet ikke er lett antennelig, at det kreves svært høy gasskonsentrasjon, at gassen er lettere enn luft og fortynnes, samt at det over lang tid har etablert seg praksis for sikker bruk.

Det hefter likevel ekstra krav til maskinrom med ammoniakk med henvisning til brennbarheten, jfr. underkapittel 10.4. Behov for gassdeteksjon i rom som inneholder ammoniakkholdig utstyr bør vurderes når 20 % av LFL kan overskrides. Se ellers NS-EN 378-2:2016, § 6.2.14, som i utgangspunktet gjelder for alle brennbare kuldemedier.

I praksis utgjør giftighet og panikkfare den største sikkerhetsrisikoen ved ammoniakk som kuldemedium. Den intense lukten, som kan forårsake panikk, varsler samtidig en lekkasje på et svært tidlig tidspunkt.

Gode, merkede rømningsveier er det viktigste sikkerhetselementet for publikum, samtidig som personeltettheten alltid skal vurderes. Lokale uten rømningsmuligheter gjennom vinduer skal ha minimum to utgangsdører (gjelder ikke kjøle- og fryselagere o.l.).

For store anlegg hvor utslipp kan representere fare for tredjeperson, skal tiltak være iverksatt og beredskap etablert for å redusere denne faren til et akseptabelt nivå.

5.4.4 Særskilte regler for isbaner

Særskilte regler for isbaner er gitt i NS-EN 378-1:2016, Tillegg F.

5.5 GASSDETEKSJON, VARSLING OG ALARM

5.5.1 Generelt

Installasjon av deteksjons- og alarmsystem for gass skal vurderes ut fra den fare, miljøskade eller annen ulempe utslipp av kuldemedium representerer. For detaljer vedrørende krav vises det til NS-EN 378-3:2016, kapittel 8 og 9.

Gassdeteksjons- og alarmsystemet skal forsynes fra en uavhengig strømkilde. Batteridrevet back-up system bør vurderes.

Detektoren skal gi et elektrisk utgangssignal ved en på forhånd innstilt gasskonsentrasjon. Den skal tåle spenningsavvik på $\pm 10\%$ uten at følsomheten svekkes merkbart.

Gassdetektorer bygger på ulike prinsipper (se nedenfor), med varierende egenskaper og egnethet for ulike typer kuldemedier og installasjoner. Alle typer kan komme ut av kalibrering og har begrenset levetid. Det er derfor svært viktig at produsentens krav til intervaller mellom kontroll/kalibrering overholdes og at sensorene skiftes ut i tide.

Merknad: Et deteksjons/alarmsystem som ikke fungerer gir dårligere sikkerhet enn manglende alarmsystem.

5.5.2 Aktuelle typer gassdetektorer

Det skal velges detektor som er best mulig egnet for aktuell gass, deteksjonsområde og alarmsystemets funksjon og formål. Rask responstid

er viktig. Således krever NS-EN 378-3:2016, § 9.3.1 en responstid på under 30 sekunder ved en overskridelse av settpunktet med 60 %.

Detektorer basert på halvledere fungerer ved at halvlederens motstand endres etter hvert som gassmolekylene diffunderer inn i materialet. De er egnet for alle typer kuldemedier, spesielt i nedre konsentrasjonsområde, 0 – 2000 ppm. De er relativt følsomme, stabile, har lang levetid (5-10 år) og tåler å utsettes for sterke gasskonsentrasjoner. De er imidlertid lite selektive med hensyn til gasstype og kan gi falsk alarm ved andre gasser i rommet. Selektiviteten kan forbedres ved å benytte spesielle filtere på sensorene. Responstiden er 20-90 sekunder, avhengig av forholdene.

Elektrokjemiske detektorer er godt egnet for ammoniakk, men ikke for andre av de vanligste kuldemediene. Typisk måleområde er 0-1000 ppm, maksimalt opp til 5000 ppm. Sensoren består av elektroder i en elektrolytt, og det genereres en elektrisk strøm som er proporsjonal med gasskonsentrasjonen. Detektorene er svært nøyaktige, men har relativt kort levetid, typisk opp til tre år. Dersom de utsettes for kraftige ammoniakkkonsentrasjoner eller det er (mindre mengder) ammoniakk i maskinromsluften hele tiden, vil levetiden forkortes. Responstiden er 60-90 sekunder.

I katalytiske sensorer forbrennes gassen i kontakt med et katalytisk materiale og temperaturen påvirker materialets elektriske motstand. Detektorene er derfor bare egnet for brennbare gasser, inkludert ammoniakk, og spesielt ved høyere konsentrasjoner (> 2000 ppm). De har lang levetid, opp til fem år. De

er selektive og i mindre grad utsatt for feilfunksjon. Katalytiske detektorer har relativt kort responstid, 20-30 sekunder.

Infrarøde detektorer (IR-detektorer) utnytter at alle gasser har et unikt absorpsjonsbånd i det infrarøde området. IR-detektorer er de mest selektive, de mest nøyaktige og de raskeste detektorer. Responstiden er under 3 sekunder. Ulempen er at de er vesentlig dyrere enn andre detektortyper. Infrarøde detektorer bør likevel vurderes når sikkerheten ved eventuell lekkasje i anlegg med større mengder farlig kuldemedium i hovedsak er basert på deteksjon og (tidlig) varslings.

5.5.3 Installasjon og kontroll/vedlikehold av gassdetektorer

5.5.3.1 Generelt

Detektor(er) for kuldemediegass tilknyttet alarmsystem skal være installert i maskinrom og i andre lokaler hvor anlegg eller deler av anlegg er installert, dersom gasskonsentrasjonen ved tap av hele fyllingen i største anlegg kan overstige praktisk grenseverdi, jfr. Vedlegg 4.3. Se også NS-EN 378-3:2016, kapittel 8-9.

Gassdetektor som aktiverer stans av kompressor(er) skal være plassert i eller i tilknytning til avblåsningsrør fra sikkerhetsventil(er) i ammoniakkanlegg, dersom blåsende sikkerhetsventil kan medføre uakseptabel spredning av ammoniakkgass i nærområdet. Alternative metoder for å registrere blåsende sikkerhetsventil, for eksempel deteksjon av gass-strøm i avblåsningsrøret, kan også benyttes. En slik løsning vil være mindre utsatt for falsk alarm. Gassdetektor(er) skal ved behov være bygget inn i kulde/varmebærerkursen ved indirekte system. Kulde/varmebæ-

rsystemer med kuldemedium i klasse A2L, A2 og A3 skal normalt ha slik detektor installert. Systemer i tilknytning til ammoniakkanlegg skal ha detektor dersom ammoniakkfyllingen overstiger 500 kg. Detektorer bør vurderes også ved lavere fyllingsmengde, avhengig av forholdene. Ved medium i gruppe A1 skal detektor vurderes avhengig av fyllingsmengde og den risiko kuldemedium til sekundærkretsen kan innebære.

Gassdetektor(er) skal være kalibrert/kontrollert av kompetent person.

5.5.3.2 Detektortype og innstilling

Gassdetektoren skal normalt være beregnet spesielt for aktuell type kuldemedium. For kuldemedium i klasse A1 kan det alternativt benyttes oksygen-detektor for varslings av kvelningsfare. Oksygendetektor må likevel ikke benyttes ved CO₂ som kuldemedium.

Merknad: Ved valg av detektortype for CO₂, må det tas hensyn til at CO₂ kan være dødelig ved gasskonsentrasjoner under det som gir kvelning. Det bør derfor alltid brukes detektor som måler CO₂-konsentrasjonen direkte.

Settpunktet for kuldemediedetektor ved medium i klasse A1 skal maksimalt være lik 50 % av praktisk grenseverdi, jfr. Vedlegg 4.3. For brennbare medier i klasse A2/L og A3 skal settpunktet ikke overstige 25 % av nedre brennbarhetsgrense (LFL). For ammoniakkgjelder egne regler, jfr. punkt 5.5.3.3. Settpunktet for detektor som varsler oksygenmangel skal være 18 % oksygenkonsentrasjon eller høyere.

Merknad: Ved bruk av oksygendetektor ved CO₂ (bør unngås!) må settpunktet ikke være lavere enn 20 %.

5.5.3.3 Detektorer for ammoniakk

Detektorer installeres i ammoniakkanlegg for å varsle eventuell brannfarlig konsentrasjon i maskinrommet og elers for generell overvåking, både i og utenfor maskinrommet. Det skal benyttes minst to alarmnivåer, lav alarm (prealarm) og høy alarm (hovedalarm). Alarmnivåene skal ikke overstige:

- 350 mg/m³ (500 ppm) som lav alarm
- 21200 mg/m³ (30000 ppm) som høy alarm

5.5.3.4 Plassering av detektor

Det skal være installert minst en detektor for hvert rom som skal overvåkes. For maskinrom og større kjøle/fryserom bør flere detektorer vurderes.

Detektor(er) skal være plassert der det er mest sannsynlig at utlekket gass vil samles/kan detekteres. En detektor bør være plassert i nærheten av avtrekket for nødventilasjonen. (Nede ved golvet ved tunge gasser, for eksempel HFK, CO₂ og hydrokarboner, og oppe under taket ved lette gasser, for eksempel ammoniakk).

For ytterligere krav vises til NS-EN 378-3:2016, kapittel 8 og 9.

5.5.4 Aktivering av alarm

5.5.4.1 Generelt

Alarm skal aktiveres på signal fra gassdetektor(er). Folk skal varsles slik at nødvendige tiltak kan iverksettes, for eksempel rømme området, stoppe maskineriet, seksjonere anlegget, tilkalle nødetater osv. Ved brennbare medier skal mekanisk ventilasjon startes automatisk og anlegget skal stoppes.

Lokal alarm skal bestå av både lydsignal og lyssignal (signallampe). Varsel skal minimum gis i det rommet der gassen

blir detektert. Automatisk varsling til vaktpersonell skal vurderes ut fra situasjonen i hvert enkelt tilfelle. I større bygninger med publikumsadgang skal bemannet rom, vaktsentral eller hjemmevakt varsles automatisk.

Ved utløst alarm i maskinrom skal signal kunne observeres både inne i maskinrommet og på utsiden, og nødventilasjon skal igangsettes.

For flere detaljer vises til NS-EN 378-3:2016, kapittel 8-9.

5.5.4.2 Tillegg ved ammoniakk som kuldemedium

Gassalarm ved ammoniakkanlegg skal varsle autorisert personell. Dersom fylingen er over 3000 kg, skal vaktsentral e.l. med døgkontinuerlig bemanning varsles. Fagpersonell skal kunne være på stedet innen 60 minutter

Nødventilasjonen skal igangsettes ved alarm på lavt nivå i maskinrommet. Ved høyt alarmnivå skal anlegget stoppes automatisk og strømtilførselen til maskinrommet brytes, utenom nødlys, ventilasjon og detektorer, jfr. NS-EN 378-3:2016, § 9.3.3.

Ved deteksjon av ammoniakk i sekundærkrets, skal alarm aktiveres i maskinrommet og i eventuelt overvåkings-system.

5.6 ELEKTRISKE INSTALLASJONER

Elektrisk installasjoner skal være i samsvar med norske forskrifter.

Strømforsyningen til kuldeanlegg og varmpumper skal være lagt opp slik at den kan slås av uavhengig av forsynin-

gen til annet elektrisk utstyr og spesielt til lys, ventilasjon, gassdeteksjon/alarm og annen sikkerhetsutrustning. Det vises ellers til NS-EN 378-3:2016, kapittel 7.

Elektriske installasjoner i maskinrom med brennbart kuldemedium skal være egnet for bruk i henhold til utført områdeklassifisering etter NEK EN 60079-10-1. For kuldemedier i klasse A2L og B2L (ammoniakk) gjelder egne regler, se underkapittel 10.4 og NS-EN 378-3:2016, § 7.3.

Gassdetektorer og alarmsystemer skal forsynes fra en uavhengig strømkilde, for eksempel akkumulator.

5.7 SIKKERHET I KJØLE- OG FRYSEROM

Det skal alltid være mulig å rømme kjøle/fryserom. Dørene kunne åpnes både fra utsiden og innsiden. Åpning fra innsiden skal være mulig selv om døren er låst fra utsiden. Dører som manøvreres elektrisk eller pneumatisk skal være forsynt med anordning for manuell åpning. Ekstra rømningsmuligheter i fryserom i tilfelle døren fryser igjen bør vurderes.

Det vises ellers til NS-EN 378-1:2016, Tillegg D.

5.8 VERNEUTSTYR

5.8.1 Generelt

Personlig verneutstyr skal være lett tilgjengelig. Utstyret skal være tilpasset behovet i hvert enkelt tilfelle, avhengig av type kuldemedium, fyllingsmengden, maskinrommets utforming og

plassering mv. Det skal finnes utstyr for normal bruk og for bruk i nødsituasjoner. For detaljer vises til Temaveiledning om bruk av farlig stoff, del 2, kuldeanlegg, § 15.2 og NS-EN 378-3:2016, Tillegg A.

Selv om en person er utstyrt med forskriftsmessig verneutstyr, bør han/hun ikke gå alene inn i et rom ved stor kuldemedielekkasje. Det skal derfor være minst to sett med tilpasset beskyttelsesutrustning tilgjengelig.

Filtermaske skal benyttes ved sveising/lodding i anlegg med HFK (eller HKFK) og skal være lett tilgjengelig ved vedlikehold/service av ammoniakkanlegg. Filterinnsatser skal være påstemplet holdbarhetsdato. De skal merkes hver gang de har vært i bruk og skiftes ut ved behov. Ekstra filtere skal være tilgjengelig.

Merknad 1: Filtermasker gir ingen beskyttelse mot lavt oksygeninnhold. Ved store lekkasjer må pressluftapparat benyttes.

Merknad 2: Filtermasker bør ikke oppbevares inne i maskinrommet da filteret over tid kan gå i metning på grunn av (mindre mengder) kuldemedium i romluften.

Ved luktfrie kuldemedier som er tyngre enn luft skal det finnes pressluftapparat tilgjengelig dersom praktisk grenseverdi kan overskrides i rom som er vanskelig å lufte ut naturlig, for eksempel om bord i båter.

Ved større ammoniakkanlegg bør beredskapspersonell med gassverndrakt være disponibelt (ved bedriften eller hos redningsetaten), jfr. underkapittel 14.14.

5.9 SIKRING MOT UTSLIPP AV KULDEMEDIUM

5.9.1 Generelt

Kulde- og varmepumpenormen stiller i hovedsak samme krav for å forebygge utslipp av kuldemedium, uavhengig av kuldemedietypen, i tråd med god kuldeteknisk praksis.

5.9.2 Redusert utslippspotensial

5.9.2.1 Mindre havaririsiko

Ved utforming og bygging av anlegg skal det benyttes tekniske løsninger, utstyr og metoder som gir best mulig sikring mot feil som kan medføre lekkasje.

Viktige årsaker til havarier med store utslipp av kuldemedium er bl.a.:

- utmatningsbrudd i rør/rørsammenføyninger som følge av vibrasjoner
- utmatningsbrudd i belger, membraner etc. i trykkbrytere, manometere o.l. som følge av trykkpulsasjoner fra kompressorer eller pumper
- brudd i kapillarrør (utmatning ved vibrasjoner, brekkasje ved overgang til større diameter, gnissing osv.)
- svikt i pakkboks for kompressorer og pumper som følge av dårlig smøring, forurensninger (smuss, kobberplattering osv.) eller ukorrekt oppretting av motor/kompressor
- korrosjon av fordampere og kondensatorer som følge av feil materialvalg/driftsmessige forhold
- klemskade på fordamperrør som følge av ekspansjon av is i forbindelse med avtining

5.9.2.2 Færre potensielle lekkasjepunkter

Kuldeanlegg og varmepumper skal så langt det er hensiktsmessig bygges hermetisk, spesielt når lekkasje ikke røpes

ved lukt. Lodde/sveiseforbindelser skal foretrekkes fremfor skrue/-flensforbindelser. (Semi)-hermetiske kompressorer og kuldemediepumper velges der dette er mulig og driftsteknisk forsvarlig ut fra en faglig vurdering.

Lekkasje fra andre komponenter og utstyr skal begrenses gjennom konstruktive tiltak og fagmessig korrekt utført arbeid.

5.9.2.3 Mindre fyllingsmengde

Anlegg og komponenter skal utformes slik at kuldemediefyllingen blir så liten som mulig, uten at dette går ut over anleggets funksjon og effektivitet.

5.9.2.4 Tette anlegg

Kuldeanlegg og varmepumper skal være tette og holde vakuum som beskrevet i punkt 8.8 og 8.9.

5.9.2.5 Luftutskilling uten tap av kuldemedium

Kuldeanlegg og varmepumper som arbeider med undertrykk på lavtrykksiden eller som av andre grunner kan få luft inn på anlegget, skal være slik utstyrt at luften kan fjernes med minst mulig tap av kuldemedium. Luftutskiller av vanlig type er en egnet løsning.

Luftutskiller bør ikke være kontinuerlig innkoplet da dette vil gjøre det vanskelig å oppdage (en større) luftinnlekkasje som over tid vil føre til oppkonsentrering av vann i kuldemediet.

Merknad: Vann løses i ammoniakk og kan være vanskelig å oppdage i ammoniakkanlegg. Målbare mengder vann vil føre til redusert kuldeytelse. Større ammoniakkanlegg bør vurderes utstyrt med vannutkoker.

5.9.3 Hindre/begrense utslipp

5.9.3.1 Seksjonering av anlegg

Kuldeanlegg og varmepumper bør være utstyrt med avstengningsventiler for seksjonering av anlegget. Ventilene kan være plassert i rør som står i direkte forbindelse med aktuell komponent. Manuelt opererte ventiler som har sikkerhetsfunksjon skal være utstyrt med ratt eller hendel.

Minst følgende komponenter bør kunne stenges av separat:

- kompressor
- væskesamler (receiver)
- rørkjeldensator
- annen trykkbeholder som kan inneholde mer enn 30 kg kuldemedium
- fordampere med større driftsfylling enn 30 kg

Dersom to av nevnte komponenter naturlig utgjør en enhet, for eksempel rørkjeldensator med overliggende væskeutskiller, enkelt selvsirkulasjonssystem etc., kan komponentene seksjoneres sammen.

Fjernstyring av sentrale seksjoneringsventiler bør vurderes ved fyllinger over 1000 kg, eventuelt med automatisk stenging ved registrert større lekkasje.

Ammoniakkanlegg skal kunne seksjoneres som beskrevet dersom fyllingen er over 50 kg. Ved ammoniakkfyllinger over 3000 kg gjelder visse tilleggskrav som beskrevet i NS-EN 378-2:2016, Tillegg A.

Det skal være mulig å overføre kuldemediet i anleggsdel som skal åpnes til intern eller ekstern beholder (tømmebeholder).

Anleggene skal være utstyrt med nødvendige serviceventiler for vakuumering etter utført inngrep.

5.9.3.2 Reparasjon av lekkasjer

Lekkasjer skal repareres snarest mulig. Etterfylling av utett anlegg med miljøskadelig kuldemedium skal ikke forekomme før lekkasjen er utbedret, unntatt i rene nødssituasjoner. Eksempel på slik nødssituasjon kan være når rask etterfylling er eneste rimelige mulighet for å berge et større varelager e.l.

5.9.3.3 Kontroll med fuktinnholdet i kuldemediet

Havarier i anlegg med HKFK/HFK -er ofte direkte eller indirekte forårsaket av fuktighet i anlegget. Betydningen av forskriftsmessig vakuumering og tørking (jfr. punkt 8.9) ved bygging og ved senere inngrep i anlegget presiseres.

Kuldeanlegg og varmepumper med kuldemedium som ikke løser vann skal være forsynt med tørkefilter for å holde anlegget tørt. Unntatt for de aller minste anleggene skal utstyr for kontinuerlig oppfølging av fuktinnholdet, for eksempel fuktindikator, være installert.

Merknad: Ammoniakk løser vann og krever ikke tiltak som nevnt her.

5.9.3.4 Oppsamling av kuldemediet ved reparasjoner og kondemnering

Kuldeanlegg og varmepumper skal være forsynt med serviceventil(er) for tømning av anleggsdeler/anlegg.

Utslipp av kuldemedium i forbindelse med serviceinngrep i anlegget og kondemnering skal i hovedsak unngås. Som hovedprinsipp skal mediet samles opp og enten sendes til mottak for

aktuelt medium eller fylles tilbake på anlegget om kvaliteten er god nok.

Dersom ordinært beholdervolum ikke er tilstrekkelig for å ta opp hele fyllingen ved inngrep, skal egen tømmebeholder være tilgjengelig. Mobil beholder kan benyttes.

Prosedyrer for tømming/overføring av kuldemedium, håndtering av brukt medium osv. er nærmere beskrevet i kapittel 14.

5.9.4 Utstyr for å oppdage lekkasje

Kuldeanlegg og varmepumper skal være utstyrt slik at fyllings-mengden lett kan overvåkes. Manuelt utstyr kan benyttes, for eksempel seglass i væskeledningen eller nivåglass i væskebeholder(e). Små, helhermetiske anlegg er unntatt fra kravet. For større anlegg bør automatiske detektorsystemer overveies.

5.9.5 Drift og service av kuldeanlegg og varmepumper

Kuldeanlegg og varmepumper skal drives og vedlikeholdes på en slik måte at faren for kuldemedieutslipp under drift reduseres mest mulig, jfr. kapittel 14.

5.10 BETINGELSER FOR RASJONELL ENERGIBRUK

5.10.1 Generelt

Det skal legges stor vekt på anleggets energibruk ved valg av systemtype og systemløsning.

Ved dimensjonering av systemer og komponenter, skal "brukers optimum" tilstrebes. Dette er løsninger som gir lavest total kostnad for brukeren over

anleggets levetid ("Life Cycle Cost", LCC). Slike løsninger vil samtidig oppfylle kravet til best mulig energitnyttelse for de aktuelle alternativene.

Eksempelvis bør tottrinnsanlegg vurderes når differansen mellom kondenserings- og fordampningstemperatur overstiger 50-60 °C, forutsatt normal driftstid for anlegget (4000-6000 timer/år).

5.10.2 Konstruktive forhold

Det skal påses at anlegget ved alle forekommende driftsforhold ikke vil arbeide med høyere kondensatortrykk enn nødvendig. Såkalt "flytende kondensering"⁵ bør alltid tilstrebes og (unødvendig) væskeoppfylling av kondensatoren unngås.

Det skal sørges for at fordampningstemperaturen ikke blir lavere enn nødvendig, for eksempel som følge av at fordamperflaten velges for liten eller utnyttes dårlig. Valg, dimensjonering og innregulering av strupe- og væskefordelingssystem for "tørrfordampere" må særlig påaktes.

Løsninger hvor kunstig høy kondenseringstemperatur eller kunstig lav fordampningstemperatur må opprettholdes, for at anlegget skal fungere tilfredsstillende, skal unngås så langt mulig.

I tørrfordamperanlegg kan bruk av elektronisk strupeventil i stedet for termisk strupeventil i mange tilfeller bedre forholdene både på fordamper- og kondensatorsiden.

⁵ Flytende kondensering = kondenseringstemperaturen følger tilgjengelig temperatur på kjølede medium

Stengeventiler med lav trykktapsfaktor (k_v -verdi) bør benyttes. Kuleventiler og spjeldventiler har vesentlig lavere trykktap enn seteventiler.

5.10.3 Dimensjonering av rør og komponenter

Dimensjoneringen av rørsystemet har stor betydning for kuldeanleggets driftsøkonomi. Små dimensjoner med store gasshastigheter og tilhørende store trykktap reduserer ytelsen og øker energiforbruket. Ved økonomisk rørdimensjonering veies dette mot rørsystemets kostnader slik at totaløkonomien kommer best mulig ut.

Retningsgivende økonomiske rørhastigheter for HFK og ammoniakk er vist i Vedlegg 5.1. Tabellen gjelder for midlere rørdimensjoner, anslagsvis DN15-DN50. Optimal hastighet øker med rørdimensjonen og hastigheter i øvre del av variasjonsområdet gjelder for de største rørene.

Ved små rørdimensjoner velges lavere hastigheter enn i tabellen. Ved særlig store rørdimensjoner, som i større industrielle anlegg, bør optimal hastighet beregnes separat for det enkelte tilfelle.

Merknad 1: For store hastigheter i rørene på kald side i anlegget er særlig ugunstig.

Temperaturdifferansen ved varmevekslingen i fordampere og kondensator har stor betydning for energiforbruket. Forbruket øker med 3-5% når fordampningstemperaturen senkes med 1°C eller kondenseringstemperaturen heves med 1 °C.

Driften av vifter og pumper vil bidra betydelig til energiforbruket, og da særlig fordamperviftene. Energieffektive

EC-motorer bør benyttes når dette er teknisk uproblematisk.

Fordamper og kondensator dimensjoneres med hensyn på minimering av samlede drifts- og kapitalkostnader tilsvarende som beskrevet for rørsystemet. I Vedlegg 5.2 er det stilt opp retningsgivende verdier for inngående temperaturdifferanse og temperaturendringen på mediet som kjøles/varmes.

Temperaturendringen på mediet vil ofte være bestemt av prosesskrav, og kan ikke velges fritt. I slike tilfeller anbefales fordampere/kondensator dimensjonert for en logaritmisk middeltemperaturdifferanse tilsvarende verdiene i Vedlegg 5.2.

I enkelte tilfeller kan kort driftstid (for eksempel ved luftkondisjonering) eller andre forhold føre til høye optimale temperaturdifferanser. Det skal i slike situasjoner vurderes nøye om de fremkomne differansene kan aksepteres, på bakgrunn av økt fare for driftsproblemer og stigende servicebehov.

For væskekjølere kan det være nødvendig å begrense temperaturdifferansen på grunn av frysefare.

5.10.4 Instrumentering

Kuldeanlegg og varmepumper skal være forsynt med nødvendig instrumentering for prøving, drift og vedlikehold av anlegget. Observasjon av at trykk og temperaturer ligger slik de skal er den beste indikatoren på at energiforbruket holder seg på dimensjoneringenivå over tid.

Som minimum skal trykkmålere av god kvalitet finnes på kompressoren(e)s suge- og trykkside. Manometere bør være væskefylt.

Det skal sørges for at vibrasjoner ikke påvirker nøyaktigheten og påliteligheten. Høytrykksmanometere som utsettes for sterke trykkpulsasjoner, bør normalt stå avstengt fra anlegget.

Anlegg med samlet motoreffekt større enn 25 kW skal ha montert utstyr for å måle nøkkeldata for overvåking av anleggets effektivitet, eller være tilrettelagt for dette. Dette bør minimum omfatte kompressoren(e)s driftstid og kompressormotoren(e)s effektbehov⁶, samt temperaturer og trykk på strategiske steder i anlegget. Ytterligere instrumentering, for eksempel for å bestemme sirkulert mengde kulde-medium, bør vurderes for de største anleggene.

Store anlegg bør være tilknyttet sentral driftsovervåking.

5.10.5 Driftsmessige forhold

Ved valg av kompressortype og arrangement skal det tas hensyn til energituttnyttelsen ved drift på delast, dersom anlegget går en vesentlig del av tiden på nedregulert ytelse. Reguleringsstrategi skal velges og beskrives slik at utstyret utnyttes på en energimessig gunstig måte.

5.11 MERKING AV KULDEANLEGG OG VARMEPUMPER

Kuldeanlegg og varmepumper skal være CE-merket som angitt underkapittel 2.4. Merket/skiltet skal inneholde tekniske nøkkeldata, tilpasset det aktuelle utstyret. For kuldeanlegg/varme-

pumper kan typisk følgende data kreves, i tillegg til kontrollorganets merke:

- Produsentens navn og adresse
- Modell, serienummer e.l., samt produksjonsår (installasjonsår for plassmontert anlegg)
- Sikkerhetskategori i henhold til trykkforskriften
- Kuldemedietype og fyllingsmengden i kg
- Tillatt maksimaltrykk for høytrykksiden og lavtrykksiden
- Tillatt maksimums- og minimumstemperatur
- Prøvetrykk for høytrykksiden og lavtrykksiden
- Sikkerhetsventilenes åpningstrykk
- Elektriske nøkkeldata (spenning, strømart etc.)

Med hensyn til merking av individuelle komponenter og fargemerking av rørsystemet vises til omtalen av komponenter og rør i kapittel 7 og 8.

⁶ Når det ikke benyttes frekvensomformer, kan måling av strømforbruket være tilstrekkelig når motorens $\cos\Phi$ er kjent

6 BESKRIVELSE AV ANLEGG

6.1 GENERELT

6.1.1 Formål

Nøyaktig og entydig beskrivelse av kuldeanlegg og varmepumper er en forutsetning for rasjonell planlegging og bygging, og den beste garanti for at brukeren får et funksjonelt og sikkert anlegg. Entydig og enhetlig beskrivelse er også en forutsetning for at reell sammenligning mellom tilbud skal være mulig. En god beskrivelse vil også være avklarende i forbindelse med eventuell reklamasjon.

Kuldeanlegg og varmepumper med samlet installert kompressormotoreffekt større enn 25 kW skal beskrives som angitt nedenfor.

6.1.2 Typer beskrivelse

Beskrivelsen kan være i form av en rammebeskrivelse eller totalbeskrivelse. Den utformes av byggherre/rådgivende ingeniør.

Totalbeskrivelse bør være regelen ved større anlegg. Når rammebeskrivelse benyttes ved anbud/tilbud, skal leverandøren utforme totalbeskrivelse for anlegget.

En rammebeskrivelse skal i det minste inneholde nok informasjon til at behov og driftsbetingelser er entydig bestemt. Spesifikasjoner ut over dette kan anføres etter behov. En totalbeskrivelse skal i tillegg inneholde system- og komponentspesifikasjoner, reguleringsstrategi etc., slik at også anleggets oppbygging og drift er entydig bestemt.

Anbud/tilbud skal inneholde spesifikasjoner for systemer og komponenter tilstrekkelig detaljert til at anlegget kan vurderes inngående teknisk, selv om det gis på grunnlag av en rammebeskrivelse.

6.1.3 Kvalifikasjoner og ansvar

Firmaer/personer som beskriver kuldeanlegg skal ha nødvendige kvalifikasjoner for den type anlegg og den type beskrivelse det gjelder.

Den som utfører totalbeskrivelsen er ansvarlig for at anlegget er beskrevet i henhold til kulde- og varmepumpenormen samt relevante norsk standard, inkl. NS-EN 378, 1 - 4. Leverandøren er ansvarlig for at anlegget bygges og leveres i henhold til norm/standard.

6.1.4 Avvik fra norm/standard

Dersom partene blir enige om å avvike fra norm/standard på enkelte punkter, skal aktuelle paragrafer fra normen/standard listes opp og avviket/avvikene skal beskrives. Ved avvik som er relatert til sikkerhet, skal det godtgjøres at valgt løsning er sikker ved bruk av risikoanalyse.

6.2 RAMMEBESKRIVELSE

En rammebeskrivelse skal minimum omfatte følgende punkter:

- Kuldeanleggets/varmepumpens formål
- Systemtype, dersom det stilles spesifikke krav/ønsker
- Kuldemedietype, dersom det stilles spesifikke krav/ønsker
- Nødvendig kuldeytelse/varmeytelse ved spesifiserte driftsbetingelser, angitt i kW. Alternativt kan underlagsmateriale for beregning av

- nødvendig ytelse oppgis
- Driftsbetingelsene som den spesifiserte kulde/varmeyerelsen skal refereres til, gitt ved:
 - temperaturen på mediet som skal kjøles, inn på kjøler eller ut av kjøler, avhengig av hvilken temperatur som er gitt. For avfuktings- og luftkondisjoneringsanlegg skal relativ luftfuktighet også angis. For direkte kontakt fryserer angis fordampningstemperaturen.
 - temperaturen på mediet som skal varmes, inn på kondensator ¹ eller ut av kondensator, avhengig av hvilken temperatur som er gitt.
 - massestrøm kjølt/oppvarmet medium gjennom fordamper/kondensator, alternativt nedkjøling/oppvarming av luften/ vannet, der det stilles spesifikke krav til dette.
 - Type kompressor, utførelse etc. oppgis, dersom det stilles spesielle krav/ønsker
 - Type fordamper, utførelse etc. oppgis, dersom det stilles spesielle krav/ønsker
 - Type kondensator oppgis. Kondensatorutførelse etc. oppgis, dersom det stilles spesielle krav/ønsker
 - Informasjon til anbydere om hvordan ytelser etc. skal angis. Det skal minimum kreves at:
 - kompressoren(e)s kuldeytelse og kraftforbruk oppgis referert til aktuelt sugetrykk og leveringstrykk, som oppgis
 - fordamperytelse(r) angis med referanse til aktuell fordampningstemperatur og inngående temperaturdifferanse, som oppgis. (Inngående temperaturdifferanse = differanse mellom inngående lufttemperatur og fordampningstemperatur).
 - kondensatorytelse angis med referanse til aktuell kondenseringstemperatur og inngående temperaturdifferanse, som oppgis (Inngående temperaturdifferanse = differanse mellom kondenseringstemperatur og inngående luft/væske-temperatur)
 - merkeeffekt for vifter, pumper og eventuelt annet hjelpeutstyr oppgis
 - Informasjon til anbydere om at hoveddata for tilbudt utstyr skal oppgis
 - Andre spesielle opplysninger, avhengig av behov, så som:
 - kapasitetsvariasjoner over tid (maksimums- og minimumsgrenser, omtrentlig varighet)
 - krav til temperaturnøyaktighet i kjøle/fryserom
 - krav til relativ fuktighet
 - type avrimingssystem for luftkjølere
 - strømart
 - bygningsmessige forhold av betydning for komponentvalg og dimensjonering (avstander, høydeforskjeller etc.)
 - plassering av komponenter, rørtraseer o.s.v.
 - andre krav/spesifikasjoner så langt en ønsker å detaljspesifisere

Anlegg, utstyr og komponenter skal kreves beregnet, konstruert, utført og prøvd i henhold til norm/standard og norske lover og forskrifter. Eventuelle krav ut over bestemmelser i norm/standard beskrives i detalj.

6.3 TOTALBESKRIVELSE

Totalbeskrivelsen skal inneholde de samme punktene som oppført for rammebeskrivelsen ovenfor. I tillegg til disse kommer:

- Systemvalg, med prinsipielt rørskje-

¹ For transkriserte CO₂-anlegg byttes ordet "kondensator" ut med "gasskjøler"

- ma og funksjonsbeskrivelse
- Spesifikke materialkrav/valg
- Detaljerte spesifikasjoner for:
 - kompressor(er) med motor og startutrustning
 - fordamp(er)e med utstyr
 - kondensatorer med utstyr
 - beholdere med utstyr
 - rørsystem, inkl. ventiler og andre tilhørende komponenter
 - sikkerhets- og regulerings-automatikk
 - hjelpeutstyr
- Reguleringsstrategi
- Kvalitetskrav til isolasjon og fuktspærre på beholdere, rør og armatur
- Krav til anbyder om å oppgi alle relevante tekniske data for tilbudt utstyr, i henhold til spesifisert liste. Elementer en slik liste kan inneholde er for eksempel (listen er ikke fullstendig):
 - Aggregat:
 - Utvendige mål, vekt
 - Kompressor:
 - Type, fabrikat, slagvolum, turtall, kapasitetsregulering (metode, trinn)
 - Kompressormotor:
 - Type, fabrikat, merkeeffekt, startstrøm, virkningsgrad, $\cos \phi$, type kraftoverføring
 - Kondensator:
 - Type, fabrikat, materialer, kulde-medieberørt flate, luft/væske-berørt flate, lamelldeling (luftkjølt kondensator), vifte/pumpekapasitet
 - Beholdere:
 - Type, fabrikat, volum. For væskeutskiller og MT-beholder også diameter
 - Væskeregulering:
 - Type, fabrikat
 - Fordamper:
 - Type, fabrikat, materialer, kulde-medieberørt flate, luft/væske-

- berørt flate, lamelldeling (luftkjøler), vifte/pumpekapasitet
- Andre varmevekslere
 - Type(r), fabrikat, materialer, varmevekslende flater
- Ventiler:
 - Type(r), fabrikat, kv-verdi i fullt åpen stilling
- Kuldemedium:
 - Type, fyllingsmengde

Anlegg, utstyr og komponenter skal kreves beregnet, konstruert, utført og prøvd i henhold til norm/standard og norske lover og forskrifter. Eventuelle krav ut over bestemmelser i norm/standard beskrives i detalj.

7 ANLEGG, ANLEGGS-KOMponenter OG UTSTYR

7.1 GENERELLE KRAV

Komponenter og utstyr i kuldeanlegg og varmepumper skal være dimensjonert og utformet for å tåle de trykk, temperaturer og kjemiske og fysiske påkjenninger som kan forventes under drift, og være varig tette mot kuldemedielekkasje. For å oppnå dette, stilles det spesifikke krav til komponenter, utstyr og tekniske løsninger som beskrevet i den videre teksten og i NS-EN 378-2:2016.

Alle materialer skal være forenlige med kuldemedium, olje og mulige forurensninger som kan forekomme i anlegget, og med aktuelle kulde- og varmebærere.

Anleggene skal være sikret mot fare for mennesker og materiell skade som følge av feil eller ekstreme situasjoner, for eksempel brann. De skal i tillegg være utstyrt med indikatorer og måleinstrumenter for nødvendig testing, driftsoppfølging og vedlikehold.

Dersom utstyr som benyttes for reguleringsformål også har sikkerhetsfunksjon¹, skal det være installert en ekstra, uavhengig sikring i parallell.

7.2 TRYKKPÅKJENT UTSTYR

Trykkpåkjent utstyr skal være dimen-

¹ For eksempel nivåregulator med sikring mot overfylling

sjonert og testet i henhold til gjeldende regelverk ved installasjonstidspunktet. Brukt utstyr kan gjenbrukes forutsatt at dokumentasjonskravet kan oppfylles og utstyrets tekniske styrke og kvalitet er opprettholdt.

Konstruksjon, produksjon, materialvalg, prøving osv. av nye trykkpåkjente komponenter er underlagt trykkforskriften. Dette gjelder også sammenstillinger (anlegg, deler av anlegg), med visse unntak, jfr. underpunkt 3.3.4.6.

Samsvar med kravene etterkommes og dokumenteres lettest ved å bruke tilgjengelige (harmoniserte) standarder. Visse deler av NS-EN 378:2106 er harmonisert i forhold til trykkforskriftens krav, jfr. Tillegg ZA i standardens Del 2. Oversikt over paragrafer som er harmonisert med maskinforskriften er gitt i Tillegg ZB.

I noen tilfeller gjelder forskrift om håndtering av farlig stoff, jfr. punkt 3.3.3 og 3.3.5. Selv om en i teorien står friere i valg av regelverk, vil det i praksis være mest hensiktsmessig å følge samme regelverk som for anlegg under trykkforskriften.

For mindre anlegg (risikokategori I og § 11) gjelder maskinforskriften. Anvisningene i normen og NS-EN 378:2016 gjelder imidlertid også for disse kategoriene.

Nye komponenter vil i dag være CE-merket og ha relevant dokumentasjon fra underleverandør. Anleggsbyggere som i hovedsak setter sammen CE-merkede komponenter til hele sammenstillinger (anlegg) berøres direkte av regelverket i forbindelse med utforming, bygging, sikring og prøving/kontroll av det sammenstilte utstyret.

7.3 TRYKKNIVÅER I ANLEGGET

7.3.1 Tillatt maksimaltrykk (PS, "maximum allowable pressure")

Tillatt maksimaltrykk (PS) er det høyeste trykket som anlegget eller anleggsdelen er beregnet for. Det begrenser driftstrykket i anlegget og skal ikke overskrides verken under drift eller ved stillstand ². Det benyttes som referanse for trykknivåer i forbindelse med enkeltkomponenter i anlegget, rørsystemer, deler av anlegg og hele anlegg.

PS spesifiseres av produsenten, som ved bygging av anlegg vil være kuldeentreprenøren. Bestemmelse av PS for de ulike delene av anlegget vil være første trinn i prosjekteringen og bestemmen-
de for sikringen mot for høye trykk.

Nivået for PS bestemmes primært av type kuldemedium og høyeste temperatur komponenten eller anleggsdelen vil utsettes for. Ved nordeuropeiske forhold (maks. 32°C utetemperatur) gjelder følgende minimumstemperaturer ved dimensjoneringen (konvensjonell kuldeprosess):

Høytrykkssiden

- ved luftkjølt kondensator: 55°C
- ved fordunstningskondensator: 43°C
- ved vannkjølt kondensator: Maks. utgående vanntemperatur + 8 K

Lavtrykkssiden

- ved varmeveksler (fordamper) i kontakt med uteluft: 32°C
- ved varmeveksler (fordamper) i kontakt med inneluft: 27°C

I tillegg kommer betydningen av ulike tekniske og driftsmessige forhold, se NS-EN 378 - 2:2016, § 6.2.2.1, som også angir temperaturkrav for andre

klimaforhold. Ved blandingsmedier med temperaturglidning må trykket ved boblepunktet legges til grunn. Ved overkritiske forhold på høytrykkssiden må PS beregnes spesielt.

Dersom lavtrykkssiden kan bli tilført høytrykksgass, for eks. ved varmgassavriming eller reversering av prosessen, skal PS for de deler av lavtrykkssiden som settes under høyere trykk tilpasses forholdene under avriming/reversering.

Merknad 1: Det presiseres at anvisningene i standarden representerer minimumsverdier. Avhengig av forholdene kan det være nødvendig å legge høyere temperatur-/trykknivåer til grunn. Eksempelvis kan 27°C for lavtrykkssiden være lavt om anlegget står i et varmt maskinrom.

Merknad 2: Komponenter, rørsystemer, instrumenter og annen utrustning i standard utførelse vil ofte ha høyere beregningstrykk (dimensjonerende trykk) enn fastlagt minimumsverdi for PS. PS kan da med fordel økes for å øke marginen mellom maksimalt driftstrykk og sikkerhetsventilens åpningstrykk. Komponent/enheten som har det laveste beregningstrykket vil være bestemmen-
de for valg av PS.

Merknad 3: For transkritiske CO₂-anlegg kan det være aktuelt å dimensjonere opp PS for sugesiden på frys, eventuelt også sugesiden på kjøll, for å gjøre anlegget mer robust mot avblåsing av gass ved (lengre) stillstand. Dette forutsetter at kompressorhus og annet utstyr er dimensjonert for det høyere trykket.

7.3.2 Beregningstrykk ³ (konstruksjons-trykk, dimensjonerende trykk)

² Trykket kan likevel overskride tillatt maksimaltrykk med inntil 10 % når sikkerhetsventil er i funksjon

³ Benevnes "Tillatt maksimaltrykk for komponenter" i NS-EN 3778-2:2016, § 6.2.2.2.

Beregningstrykket er det trykket som anleggskomponenter, rør- og utstyr er styrkeberegnet etter. Beregningstrykket må være større enn eller lik PS for den delen av anlegget som komponenten(e), rørsystemet eller utstyret tilhører.

Beregningstrykket benyttes som referanse for trykknivåer i forbindelse med produksjon og prøving av enkeltkomponenter.

7.3.3 Prøvetrykk ved styrkeprøve av komponenter

Prøvetrykket for nye trykkbeholdere skal i henhold til trykkforskriften (forskriftens vedlegg 1, § 7,4) være minst 1.43 ganger beregningstrykket. For andre trykkpåkjennte komponenter skal prøvetrykket være som bestemt i aktuell produktstandard, jfr. NS-EN 378-2:2016, § 5.2.1.

Trykkprøving ved tilstandskontroll av brukte komponenter for gjenbruk skal foregå ved det prøvetrykket som gjaldt ved produksjonstidspunktet. Før trykkforskriften ble gjort gjeldende (1997/2002), var dette normalt 1.3 ganger beregningstrykket for trykkbeholdere. Opplysninger om opprinnelig prøvetrykk må være tilgjengelig før trykkprøving utføres.

7.3.4 Prøvetrykk ved styrkeprøve av rørsystemer/hele anlegg

Prøvetrykket for rørsystemer/anlegg i kategori II eller høyere skal primært være 1.43 ganger PS. Dersom alle inngående komponenter er styrkeprøvd på forhånd, kan prøvetrykket være 1.1 ganger PS, supplert med 10 % ikke-destruktiv kontroll av sammenføyninger.

Rørsystemer i kategori I eller under § 11 kan prøves med 1.1 x PS.

For andre prøveprosedyrer og detaljer i tilknytning til ovenfor nevnte metoder, vises til NS-EN 378 - 2:2016, § 6.3.2. Se også normens punkt 8.8.2.

7.3.5 Trykk for tetthetsprøve

Prøvetrykket ved tetthetsprøving skal ikke overstige PS for anlegget/anleggsdelen. Utførelse av tetthetsprøve er nærmere beskrevet i NS-EN 378-2, § 6.3.3. Se også normens punkt 8.8.3.

7.3.6 Innstillingstrykk for høytrykksvakt

Innstillingstrykk for høytrykksvakt (høytrykksbegrenser, høytrykksbryter) er det trykket hvor kompressorens høytrykksvakt trer i funksjon.

For å unngå at sikkerhetsventil åpner utilsiktet, bør det være minst 10 % sikkerhetsmargin mellom innstillingstrykket for høytrykksvakten og sikkerhetsventilens åpningstrykk. Om ventilprodusenten angir større margin, skal denne velges.

7.3.7 Innstillingstrykk for trykkavlastingsanordning⁴

Innstillingstrykk for trykkavlastingsanordning er det trykket hvor trykkavlastingsanordning, for eksempel sikkerhetsventil, trer i funksjon. Det skal maksimalt settes lik PS for den delen av anlegget som sikres.

7.3.8 Maksimalt avblåsingstrykk

Maksimalt avblåsingstrykk er det høyeste trykket som vil oppstå når trykkavlastingsanordning er i funksjon. Det skal ikke overskride 1.1 ganger PS for den aktuelle delen av anlegget.

⁴ "Trykkavlastingsanordning" vil i de aller fleste tilfeller bety sikkerhetsventil, eventuelt sprengplate i kombinasjon med sikkerhetsventil, jfr. Underkapittel 9.3.

7.3.9 Oversikt

En samlet oversikt over trykknivåene er vist i tabell 7.1. Se også NS-EN 378-2:2016, § 6.2.6.2.

Tabell 7.1 Trykknivåenes relasjon til tillatt maksimaltrykk (PS) ^{5 6}

Beregningstrykk (konstruksjonstrykk, dimensjonerende trykk tillatt maksimaltrykk) for komponenter og rør	1.0 x PS
Prøvetrykk, styrkeprøving av komponenter	I henhold til aktuell komponentstandard, normalt 1.43 x PS ⁵
Prøvetrykk, styrkeprøving av komplette anlegg eller del av anlegg, kategori ≥ II	1.43 x PS eller 1.1 x PS + 10 % NDT
Prøvetrykk, styrkeprøving av komplette anlegg eller del av anlegg, kategori ≤ I	Som for kat. ≥ II, eller 1.1 x PS
Prøvetrykk ved tetthetsprøving	1.0 x PS ⁶
Settpunkt for høytrykksvakt - sikkerhetsventil montert - sikkerhetsventil ikke montert	≤ 0.9 x PS ≤ 1.0 x PS
Settpunkt for sikkerhetsventil	1.0 x PS
Maksimalt trykk under avblåsing fra sikkerhetsventil	≤ 1.1 x PS

⁵ Gjelder PS for komponenten (= beregningstrykket)

⁶ Lavere trykk kan benyttes dersom det kan godtgjøres at følsomheten er like god som ved bobletest ved 1.0 x PS

7.4 BESKYTTELSE AV ANLEGG

7.4.1 Beskyttelse mot høye trykk

7.4.1.1 Generelt

Uakseptabelt høye trykk kan oppstå når kuldemedieholdige komponenter og anleggsdeler utsettes for særlig høye temperaturer, ved sviktende kjøling av kondensator, eller feil ved trykkreguleringen av gasskjøler (transkritisk CO₂-anlegg), eller når kald væske stenges inne uten ekspansjonsmuligheter (stumfylling).

Kuldeanlegg og varmepumper skal være sikret mot ekstrem trykkoppbygging, jfr. NS-EN 378-2, § 6.2.5.1. Uakseptabelt høye trykk skal forebygges eller utstyret skal trykkavlastes automatisk ved hjelp av sikkerhetsventil(er). Ved avblåsing til omgivelsene må dette skje med minimal fare for skade på mennesker, dyr eller miljø. Alle deler av anlegget skal være beskyttet.

Kravet gjelder både selve kuldeanlegget/varmepumpen og eventuelle sekundærsystemer (kuldebærerkrets, varmepærerkrets). For sekundærsystemer vises til NS-EN 378-2:2016, § 6.2.6.8.

Trykkavlastning av høytrykksiden og eventuell mellomtrykkside kan skje ved overblåsing til lavtrykksiden, som da må være sikret i forhold til total avlastet mengde. I slike tilfeller skal det benyttes baktrykksuavhengig sikkerhetsventil, jfr. punkt 9.3.4.2. Denne løsningen bør velges heller enn ekstern avblåsning når forholdene ligger til rette for det.

Merknad: I CO₂-anlegg kan hele eller deler av anlegget være dimensjonert for lavere PS enn trykket som kan opp-

stå ved stillstand. Væskeholdige komponenter og rør som kan stenges av må derfor sikres med sikkerhetsventil eller sprengningsfaren må reduseres gjennom andre tiltak, for eksempel ved merking.

Ved beskyttelse mot høye trykk forårsaket av kompressor (eller koker i sorpsjonsanlegg), skal det være montert trykkvakt som stopper kompressoren (kokeren) for eventuell sikkerhetsventil aktiveres, jfr. punkt 7.7.4.

Dersom en anleggsdel med kuldemedievæske kan bli så varm at metningstrykket kommer over tillatt maksimaltrykk, skal væsken kunne strømme til en annen del av anlegget med lavere temperatur og trykk. Dette kan for eksempel være i forbindelse med oppvarming av oljepotte i ammoniakkanlegg, avtining med varmt vann, rengjøring med damp osv.

De tekniske løsningene for trykksikring kan variere avhengig av om risikoen er knyttet til gassleveransen fra kompressoren, trykkøkning i kuldemediet som følge av ytre eller indre varmetilførsel eller begge deler. Type og mengde kuldemedium spiller også inn. Det må alltid kontrolleres at samtlige krav som er relevante for den aktuelle komponenten eller anleggsdelen er oppfylt.

Skadebegrensning i tilfelle utvendig brann skal vurderes spesielt, jfr. NS-EN 378-2:2016, § 6.2.2.3.

7.4.1.2 Reglene for trykksikring

NS-EN 378-2:2016, § 6.2.6.2 Fig. 1 A-D gir en oversikt over krav til sikring av utstyr og anlegg mot for høye trykk. Krav og anbefalinger i tilknytning til plassering og arrangement av sikkerhetsventiler er gitt i NS-EN 378-2:2016,

§ 6.2.6.6. Arrangement av sikkerhetspressostater er om talt i § 6.2.6.7.

Det vises ellers til diskusjon av sikring av kompressorer, trykkbeholdere og kuldemediepumper i tilknytning til omtalen av disse komponentene i normens underkapitler 7.7, 7.8 og 7.12 og til omtalen av sikkerhetsutrustning i kapittel 9. Se også punkt 8.3.6 om forebygging av stumfylling,

Merk at NS-EN 378:2016 tillater stengeventiler låst (plombert) i åpen posisjon i tilknytning til utvendige sikkerhetsventiler, jfr. NS-EN 378-2:2016, § 6.2.6.6.1. Dette gjelder likevel ikke for ammoniakkanlegg med mer enn 50 kg fylling, som skal ha to sikkerhetsventiler montert på vekselventil, jfr. NS-EN 378-2:2016, Tillegg A. I følge NS-EN 12693:2008 skal det ikke være stengeventil foran kompressorens sikkerhetsventil eller overstrømningsventil.

NS-EN 13136:2013 anviser metoder for dimensjonering av sikkerhetsventiler og rørledninger i tilknytning til sikkerhetsventiler. Se også normens underkapittel 9.4 og 9.5.

Sikkerhetsventiler på utstyr i kategori II eller høyere skal kunne demonteres på en sikker måte og uten tap av kuldemedium.

7.4.1.3 Sikring mot høyt trykk forårsaket av innvendig eller utvendig varmetilførsel

Dersom varmekilden kan koples fra, skal det benyttes høytrykksvakt for å bryte energitilførselen på høyt trykk. I andre tilfeller skal minst en sikkerhetsventil være montert.

7.4.1.4 Sikring mot høyt trykk forårsaket av kompressor

Dette punktet omfatter trykksikring av selve kompressoren og i tillegg komponenter og rørsystemer på kompressorens trykkside.

7.4.1.4.1 Trykkpåkjent utstyr i samsvar med § 11 i trykkforskriften

Det kreves ingen ytterligere tiltak dersom anlegget

- er i samsvar med utført egensikkerhetsprøve, jfr. NS-EN 378:2016, Tillegg C
- motorkompressoren stoppes før PS nås via et beskyttelsessystem i henhold til NEK EN 60335-2-34

I andre tilfeller skal en trykkbegrenser være montert.

7.4.1.4.2 Trykkpåkjent utstyr i kategori I eller høyere i henhold til trykkforskriften

Dersom kompressoren er fortreningskompressor og har slagvolum $< 25 \text{ l/s}$ ($90 \text{ m}^3/\text{h}$), er det ikke krav om egen sikkerhetsventil, men det kreves en sikkerhetstrykkbryter på hver kompressor. En trykkbegrenser ansees tilstrekkelig for mindre anlegg ⁷.

Dersom kompressoren er fortreningskompressor og har større slagvolum enn 25 l/s ($90 \text{ m}^3/\text{h}$), kreves det sikkerhetsventil tilpasset kompressorens leveranse.

Dersom sikkerhetsventilen åpner ved et trykk $\leq$ PS for utstyr på kompressorens trykkside, kreves det i tillegg en sikkerhetstrykksbryter for hver kompressor.

Dersom sikkerhetsventilen åpner ved et trykk $>$ PS for utstyr på kompressorens

⁷ Fylling $< 100 \text{ kg}$ i sikkerhetsklasse A1, 30 kg i sikkerhetsklasse A2L og 5 kg i sikkerhetsklasse A3

trykkside, kreves det to sikkerhetstrykksbrytere koplet elektrisk i serie for hver kompressor ⁸.

7.4.1.4.3 Felles sikkerhetsventil for å sikre mot høyt trykk fra varmetilførsel og kompressor

Dersom det benyttes felles sikkerhetsventil for å sikre mot høyt trykk på grunn av varmetilførsel og høyt trykk forårsaket av kompressor, skal ventilen være dimensjonert for den største av volumstrømmene for de to tilfellene.

7.4.1.7 Sorpsjonsanlegg

7.4.1.7.1 Generelt

Sorpsjonsanlegg skal være sikret mot høye trykk som beskrevet i NS-EN 378-2:2016, Fig. 1A og Fig. 1D.

7.4.1.8 Sikring av sekundærsiden i indirekte systemer

Sekundærsiden skal være sikret mot høye trykk som beskrevet i NS-EN 378-2, § 6.2.6.8.

7.4.2 Beskyttelse mot lave temperaturer

Beskyttelse mot lave temperaturer kan være nødvendig av ulike årsaker. Det kan være av hensyn til materialenes lavtemperaturegenskaper (slagseighet), frysefare og sprenging i væskekjølere og tørris i lavtemperatur CO₂-anlegg.

Når lave temperaturer utgjør potensiell fare, skal anlegget være utstyrt med lavtemperatursikring. Ved fare for frysing i væskekjøler, skal sikringssys-

⁸ Ved denne løsningen, som er gitt i NS-EN 378-2:2016, Fig.1, Del B, vil ikke høytrykksiden være sikret fullverdig ved eventuell sveist kontaktor på kompressor. En ekstra sikkerhetsventil ved aktuell PS, dimensjonert ut fra kompressorleveransen, bør vurderes.

temet kan bestå av lavtrykksbegrenser i kombinasjon med strømningsvakt på kuldebærersiden, eller annen metode som gir ekvivalent sikkerhet.

Settpunktet bør om mulig velges høyere enn den kjølte væskens frysepunkt. Når dette ikke er mulig, skal en ta hensyn til kuldebærerens frysepunkt, fordelingen av kuldebærer og kuldemedium i fordampere, varmeovergangsforholdene, temperaturglidningen ved blandingsmedier etc.

Merknad: Frysing i fordampere med stående vann/væske kan oppstå når vakuumbet fordampere tilføres kuldemedievæske eller fordampere med væske tømmes eller suges ned i trykk.

7.4.3 Beskyttelse mot brann- og eksplosjonsfare

Ved bruk av brennbart kuldemedium skal det tas nødvendige hensyn for å hindre mulig antenning, jfr. NS-EN 378-2, § 6.2.14.

7.5 MERKING AV ANLEGG

Kuldeanlegg og varmepumper skal være merket som angitt i underkapittel 5.11.

7.6 MATERIALER

7.6.1 Materialkrav i gjeldende forskrifter

I henhold til trykkforskriften skal materialer for trykkpåkjent utstyr være i samsvar med en harmonisert materialstandard eller ha europeisk godkjenning for bruk i trykkpåkjent utstyr.

For utstyr i risikokategori II eller høyere må materialvurderingen i tredje strek-

punkt være utført av det tekniske kontrollorganet som har ansvar for prosedyrer for samsvarsvurderingen av utstyret. Jfr. underpunkt 4.2

Alle materialer skal kunne dokumenteres. For trykkpåkente hoveddeler i kategori II eller høyere skal dette være i form av materialsertifikat.

For anlegg i kategori I eller § 11 kan anvisningene nedenfor benyttes. De kan også fungere som en generell veiledning for materialvalg innenfor høyere risikoklasser.

Aktuelle materialstandarder finnes opplistet blant underlagsstandardene for NS-EN 378-2, jfr. NS-EN 378-2:2016, § 5.3.

Forskrift om håndtering av farlig stoff er mindre spesifikk enn trykkforskriften når det gjelder krav til materialer. Materialvalget bør likevel følge de samme retningslinjene som under trykkforskriften.

7.6.2 Kuldetekniske materialkrav

Materialer i kuldeanlegg og varmepumper skal velges i forhold til

- type kuldemedium
- tillatt temperaturområde for driften, særlig tillatt minimumstemperatur (TS)
- påkjenninger som rør og anleggsdeler kan bli utsatt for (trykk, vibrasjon, termiske spenninger, egenvekt osv.)
- omgivelsene anlegget skal stå i (med hensyn til korrosjon osv.)

7.6.3 Metalliske materialer

Metalliske materialer i kuldeanlegg og varmepumper skal vurderes ut fra kriterier som gitt i NS-EN 378-2:2016, § 5.3.1, samt forhold som diskutert nedenfor.

7.6.3.1 Lavtemperaturegenskaper (slagseighet)

Når temperaturen senkes, reduseres materialenes seighet. Materialene utsettes lettere for sprøbrudd og tillatt spenning må reduseres. For eksempel kan vanlig brukte kvaliteter av svart stål som P235GH og P265GH belastes med 100 % av nominell spenning bare ned til -10°C, jfr. NS-EN 14276 -1, Tillegg A.

I kuldeanlegg avtar trykket med temperaturen og stålene kan være anvendelige ved fryseforhold til tross for redusert slagseighet. Det må likevel alltid kontrolleres at aktuelle kombinasjoner av trykk og temperatur er akseptable.

Merknad 1: Enkelte finkornstål kan belastes fullt ut ved lavere temperaturer, for eks. ned til -50°C. Kobber, aluminium, (austenittiske) rustfrie stål, for eksempel AISI 304(L) og AISI 316 (L), og titan karakteriseres også ved svært gode lavtemperaturegenskaper.

Merknad 2: I lavtemperaturanlegg med CO₂ kan kombinasjoner av lav temperatur og høyt trykk forekomme og det kan være behov for spesielt slagfaste stål kvaliteter.

Merknad 3: Støpegods blir særlig sprøtt ved lave temperaturer. Støpte komponenter i fryseanlegg må være av seigjern eller støpestål.

7.6.3.2 Bestandighet mot korrosjon

Svart stål er kompatibelt med aktuelle kuldemedier og oljer. En viss innvendig korrosjon kan oppstå ved forurensninger i anlegget i form av vann (ubetydelig i ammoniakanlegg) eller nedbrytningsprodukter.

Utvendig korrosjon skal forhindres ved hensiktsmessig valg av materiale og overflatebehandling. Ved isolasjon av kalde komponenter skal det benyttes diffusjonstett isolasjon eller effektiv fuktsperre. Over tid vil noe fuktighet diffundere gjennom selv den beste isolasjon/fuktsperre. Overflatebehandlingen skal være utført med tanke på dette.

Merknad: Kraftig korrosjon kan forekomme på utsiden av kalde ammoniakkrør/beholdere i svart stål dersom det forekommer lekkasje av ammoniakk under isolasjonen.

Kobber og sink (galvanisert materiale) må ikke brukes i kontakt med ammoniakk. Legeringer som inneholder magnesium, bly eller tinn kan korroderes av HFK/HKFK-medier.

Rustfrie materialer som AISI 304(L) og AISI 316(L) er korrosjonsbestandige i luft og overfor mange kjemikalier. De kan imidlertid korrodere (pitting) i kontakt med klorider, for eksempel sjøvann, og i miljøer med liten tilgang på oksygen. Nevnte rustfrie kvaliteter er ikke egnet for bruk i sjøvannsvarmevekslere.

Helt vannfri ammoniakk gass kan medføre spenningskorrosjon i beholdere og rør. Innhold av luft (oksygen) øker korrosjonsfaren. Receivere er derfor særlig utsatt. Innhold av vann reduserer faren. Tilsetning av litt vann (≈ 1%) til ammoniakken kan virke forebyggende.

7.6.3.3 Bestandighet mot utmattingsbrudd

Utmatting og brudd kan skje ved sykliske variasjoner i materialspenningen, for eksempel som følge av vibrasjoner. Jo høyere spenningsamplituden er, desto

færre sykluser kreves før brudd.

Stål utsettes for utmatting bare dersom spenningsamplituden overstiger en gitt minsteverdi (utmattingsgrensen). Kobber og aluminium har ingen slik grense og utmatting vil skje dersom bare antall sykluser blir stort nok.

Stål er derfor bedre egnet enn kobber og aluminium når rør utsettes for vibrasjoner, for eksempel i tilknytning til instrumentering av kompressorer.

7.6.4 Ikke-metalliske materialer

Det vises til NS-EN 378-2, § 5.3.1.4.

7.6.4.1 Tetnings- og pakningsmaterialer

Tetnings- og pakningsmaterialer sveler/krymper ved kontakt med kulde-medier og kuldemaskinoljer. Dette representerer en særlig lekkasjerisiko i forbindelse med bytte av kuldemedium og ved overgang fra en oljetype til en annen.

Faren for lekkasje ved overgang fra mineralolje til enkelte syntetiske oljer (for eks. polyalfaolefin, PAO) og ved overgang fra klorholdig kuldemedium, for eksempel R-22, med konvensjonell olje til klorfritt medium med esterolje påpekes spesielt.

Merk at gummikvaliteter som EPDM og (H)NBR ikke er egnet i anlegg med HFK.

7.6.4.2 Glass

Glass bør så langt som mulig unngås. Når glass brukes, skal type glass og innfesting i holder velges under hensyn til trykk- og temperaturlastningen glasset vil utsettes for. Vanlig rundt glassrør skal ikke brukes for nivåavlesing.

7.7 KOMPRESSORER

7.7.1 Generelt

Omtalen av kompressorer gjelder i hovedsak kompressorer av fortrengningstypen. Kravene gjelder også andre kompressortyper, for eksempel turbokompressorer, så langt de er relevante. Spesielle forhold ved turbokompressorer er kort omtalt i punkt 7.7.9.

Kompressorer skal være i samsvar med NS-EN 12693 (større kompressorer) eller NEK-EN 60335-2-34 (små, hermetiske motorkompressorer o.l.). Alle bevegelige deler skal være beskyttet mot berøring.

Hermetiske kompressorer regnes som trykkbeholdere i henhold til trykkforskriften, og kan være bestemmende for hvilken risikokategori anlegget kommer i, jfr. punkt 3.3.4.3. Åpne og semihermetiske kompressorer er definert som maskiner og sorterer under maskinforskriften, jfr. underkapittel 3.5.

Kompressorer og tilhørende utrustning skal være dimensjonert for å arbeide ved de trykk og temperaturer som ventes å kunne forekomme i anlegget og være sikret mot drift som kan innebære fare, for eksempel sprenging. Valg av kompressortype skal tilpasses det aktuelle formålet, og det skal påses at kompressoren er godkjent for bruk innenfor hele det forekommende driftsområdet.

Merknad: Godkjent driftsområde for drift ved delast vil normalt være betydelig redusert i forhold til tillatt område ved full belastning, særlig for stempelkompressorer.

Skrue- og scrollkompressorer og andre kompressorer som kan rotere baklengs

ved stans, skal være utstyrt med tilbakeslagsventil som hindrer slik rotasjon.

7.7.2 Utrustning

Kompressorer med større slagvolum enn 10 m³/h skal normalt være utstyrt med stengeventiler på inn- og utløpsiden. Ventilen på utløpsiden kan være montert etter eventuell oljeutskiller. Ved parallellkopling av mindre kompressorer, kan stengeventil være plassert i felles sugeledning og felles trykkledning.

Kompressorer over en gitt størrelse (avhengig av type kuldemedium) skal være utstyrt med manometere, eventuelt uttak for manometere. Ved slagvolum over 90 m³/h skal uttak til manometer ha stengeventil. Klokke-manometre bør være i væskedempet utførelse.

Merknad: Dersom høytrykksmanometer settes for trykkpulsasjoner som kan skade manometeret eller føre til utmattingsbrudd, bør det normalt stå avstengt.

For å redusere trykkpulser etter stempelkompressor, kan det være nødvendig å montere pulsasjonsdempere ("muffler") i trykkrøret like etter kompressoren.

Kompressoraggregater skal være utstyrt med nødstoppeknap.

7.7.3 Fundamentering og oppretting

Kompressor skal opplagres slik at vibrasjoner begrenses mest mulig, og skal forbindes til rørsystemet på en slik måte at vibrasjoner ikke forplanter og fører til utmattingsbrudd. Når det er nødvendig, skal vibrasjoner dempes ved at kompressor og motor monteres

fastspent til et fundament med tilstrekkelig stor masse, minimum 2-3 ganger vekten av utstyret.

Forplantning av vibrasjoner skal forhindres ved at det sikres tilstrekkelig fleksibilitet i rørsystemet mellom kompressor og første faste rørklamringspunkt. Om nødvendig skal det benyttes vibrasjonsdempere, montert i henhold til produsentens anvisninger.

Ved tilslutning av kompressor til sugerør og trykkrør skal eventuelle flenser passe godt sammen slik at utilsatte spenninger ikke oppstår ved tiltrekkingen.

Kompressor og motor skal være nøyaktig opprettet, i henhold til kompressorprodusentens anvisninger/krav.

7.7.4 Sikring mot høyt trykk

Kompressorer skal være sikret mot utilsatt høyt leveringstrykk ved hjelp av høytrykksvakt, eventuelt også sikkerhetsventil, som beskrevet i punkt 7.4.1.4/NS-EN 378-2:2016, § 6.2.6. Krav til utstyret finnes i kapittel 9.

Kompressorer med slagvolum over 90 m³/h skal i følge NS-EN 12693 være forsynt med intern eller ekstern sikkerhetsventil. Ventilen skal oppfylle generelle krav til sikkerhetsventiler som angitt i NS-EN 13136. Det skal ikke være montert stengeventil foran sikkerhetsventilen. Åpningstrykket skal være påstemplet eller lett tilgjengelig i manual e.l.

Kompressorer under 90 m³/h skal minimum ha høytrykksbegrensere, jfr. punkt 7.4.1.4.2. Se også NS-EN 378-2:2016, Fig. 1B.

Merknad: Kompressorsikringen kan benyttes for å sikre hele høytrykkssiden ved sviktende kondensering bare dersom sikkerhetsventilens åpningstrykk er lik eller lavere enn høytrykkssidens tillatte maksimaltrykk (PS) og avblåsningstrykket ikke vil overstige $1.1 \times PS$.

Egen sikkerhetsventil for kompressoren kan utelates dersom annen komponent på høytrykkssiden, for eksempel oljeutskilleren, er forsynt med sikkerhetsventil av tilstrekkelig kapasitet og forbindelsen mellom kompressoren og sikkerhetsventilen ikke kan stenges av.

Ved bruk av CO_2 som kuldemedium kan kompressorens sugeside ha lavere konstruksjonstrykk enn kuldemedietrykket ved stillstand. I slike tilfeller må kompressorens stenges av automatisk ved stans og sugesiden må være sikret med en egen ekstern sikkerhetsventil.

Høytrykksvakt skal kople ut kompressoren ved et trykk som ikke overstiger 90 % av høytrykkssidens tillatte maksimaltrykk (PS). Trykkvakten skal være montert foran kompressorens stengeventil på utløpsiden.

Totrinns kompressorer hvor forbindelsen mellom lav- og høytrykkstrinnet kan stenges av, skal ha trykk-vakt på lavtrykkstrinnets utløpsside.

Kompressorens trykksvakter kan være av elektromekanisk eller elektronisk type, jfr. NS-EN 378-2, § 6.2.5.2. Trykkvakter skal være i henhold til relevante standarder. Trykkvakt med sikkerhetsfunksjon skal ikke benyttes for reguleringsformål.

7.7.5 Sikring mot høy temperatur

Kompressorer bør være utstyrt med

temperaturvakt på høytrykkssiden dersom høy temperatur kan være til fare eller skade kompressoren. Kompressorer med intern trykkavlastning skal ha temperaturvakt.

7.7.6 Sikring mot lavt trykk

Kompressor med slagvolum større enn $10 \text{ m}^3/\text{h}$ skal være sikret mot lavt trykk på sugesiden ved hjelp av lavtrykksvakt. Ved sikring mot skade som kan føre til lekkasje av kuldemedium, for eksempel frostsprenging av rør i væskekjølere, bør det benyttes lavtrykkbryter (manuell resett).

7.7.7 Sikring mot sviktende smøring

Kompressor med slagvolum større enn $10 \text{ m}^3/\text{h}$ og som er trykkoljesmørt skal være utstyrt med oljetrykksvakt.

Kompressor med større slagvolum enn $10 \text{ m}^3/\text{h}$ bør være utstyrt med oljevarmer dersom kuldemedium løses i oljen. For enkelte anvendelser/driftsforhold, bør oljevarmer monteres også på mindre kompressorer. Ved bruk av esterolje bør det alltid være oljevarmer installert.

7.7.8 Beskyttelse mot væskeslag

Kuldeanlegg og varmepumper skal bygges slik at det ikke oppstår fare for kompressorhavari på grunn av væskeslag

Eksempel på tiltak mot væskeslag er montasje av suggassvarmeveksler, og/eller væskeakkumulator i sugeledningen for kontrollert tilbakeføring av væske/gass til kompressor.

Dersom kuldemedium kan kondensere i kompressoren ved stillstand, skal kompressoren holdes varm og/eller stenges automatisk av fra varmere deler av anlegget når den stopper. Oljevarmer

kan eventuelt benyttes for å holde kompressoren tilstrekkelig varm.

Ved fare for kondensasjon i trykkrøret eller i sugeledningen, må rørene om nødvendig holdes oppvarmet. Dersom dette ikke er hensiktsmessig, skal det sørges for at eventuelle væskeansamlinger ikke kan skade kompressoren eller andre deler av anlegget. Eksempelvis bør oljeretur fra oljeutskiller til kompressor etter oppstart være tidsforsinket eller temperaturstyrt.

Når kompressoren står kaldere enn kondensatoren, som for eksempel i mange varmepumper, bør det være tilbakeslagsventil i trykkrøret. Ved flere kompressorer i parallell, skal tilbakeslagsventil være montert. Ventilen bør monteres slik at det ikke kan samles kondensat på oppsiden av ventilen.

7.7.9 Litt om dynamiske kompressorer

Dynamisk kompressor frembringer trykkøkning ved å omsette gassens hastighetsenergi til trykkenergi. Turbo-kompressor og ejektor (dampstrålekompressor) er eksempler på dynamiske kompressorer.

Mulig leveringstrykk for en dynamisk kompressor er avhengig av konstruktive forhold, kuldemediets molvekt og driftsforholdene. Dersom verken kompressorens høyeste tillatte driftstrykk eller tillatt maksimaltrykk for høytrykksiden kan oppnås, kreves det ikke trykksikring på høytrykksiden. I motsatt fall skal kompressoren sikres på tilsvarende måte som en fortrenningskompressor.

Turbokompressorer skal være utstyrt

med sikring mot drift ved pumping ⁹.

7.7.10 Merking av kompressorer

Kompressorer produsert etter 29.05.2002 skal være CE-merket. Merking på lett synlig merkeplate (eller angitt på annen lett tilgjengelig måte) skal i tillegg omfatte:

- fabrikat, typebetegnelse, produksjonsår og serienummer
- hvilke kuldemedier kompressoren er beregnet for
- tillatt maksimaltrykk på høy- og lavtrykksiden
- oljefylling
- slagvolum
- maksimalt turtall

Dersom det benyttes brannfarlig kuldemedium, skal kompressoren være merket med symbol for brann/eksplosjonsfare.

Hermetiske og semihermetiske kompressorer skal også være merket med merkespenning, merkestrøm, strømart og merkeeffekt.

7.8 GENERELT OM TRYKKBEHOLDERE

7.8.1 Generelt

Trykkforskriften definerer trykkbeholder som "trykkrom konstruert og bygd for oppbevaring av fluider under trykk, inkludert fastmonterte deler fram til tilkoplingspunktet for annet utstyr". Beholdere kan ha ett eller flere trykkrom.

⁹ Pumping vil si at kuldemedium periodevis strømmer tilbake gjennom kompressoren som følge av at mottrykket er høyere enn det trykket kompressoren kan levere

Merknad: Merk at trykkforskriften definerer alle typer varmevekslere med kuldemedium som trykkbeholdere, unntatt rørslangevarmevekslere for varmeveksling med luft, som normalt defineres som rørsystemer. Se punkt 7.9.1.

Trykkbeholdere skal være slik dimensjonert, utformet og sikret at de tåler forekommende trykk, temperaturer og kjemikalier. Krav til materialkvalitet ved lave temperaturer understrekes spesielt.

Trykkbeholdere skal leveres med alle stusser blindet og med påsatt overtrykk av inertgass (nitrogen). For å forenkle trykkprøvingen av anlegget, bør ventiler og annen armatur som skal sveises til beholder leveres ferdig påmontert beholderen fra produsent.

7.8.2 Konstruksjon og prøving av trykkbeholdere

7.8.2.1 Generelt

Nye trykkbeholdere for kuldeanlegg og varmepumper skal være konstruert, produsert og prøvd i samsvar med trykkforskriften og tilhørende harmoniserte standarder (NS-EN 14276-1 eller NS-EN 13445).

Trykkbeholdere skal tåle å utsettes for vakuum (-1 bar).

Ved gjenbruk av brukte beholdere må det dokumenteres at beholderen er produsert i henhold til de regler som gjaldt i produksjonslandet på det tidspunkt beholderen ble produsert. Den må i tillegg passere en tilstandskontroll, eventuelt inkludert trykkprøving. Ved inngrep/endringer i CE-merket beholder, må beholderen samsvarsvurderes på nytt.

7.8.2.2 Trykkbeholdere med flere trykkrom

Varmevekslere er eksempel på trykkbeholdere med flere trykkrom.

Dersom trykkbeholder har flere trykkrom, klassifiseres beholderen etter den kombinasjon av type fluid og PS x V for det trykkrommet som gir høyeste kategori.

7.8.2.3 Prøving

Trykkbeholdere styrkeprøves normalt (hydraulisk) ved produksjonen. Normalt prøvetrykk i henhold til trykkforskriften er 1.43 ganger tillatt maksimaltrykk.

Merknad: Trykkbeholdere som er produsert og testet i henhold til ikke-europeiske regler, for eksempel amerikansk ASME-kode, kan avvike fra kravene i trykkforskriften og bli underkjent i henhold til denne.

Trykkprøving kan eventuelt inngå som en del av tilstandskontrollen under drift (jfr. Tabell 14.1) og ved gjenbruk av brukt utstyr. Prøvingen skal være hydraulisk og prøvetrykket skal være tilsvarende som beholderen originalt ble prøvd med.

Ved bestilling av trykkbeholder, bør det alltid presiseres at beholderen skal være tetthetsprøvd og at det skal medfølge prøverapport. Trykkbeholder som ikke er tetthetsprøvd hos produsent må testes i forbindelse med tetthetsprøving av rørsystemet. Trykket må ikke overstige tillatt maksimaltrykk for beholderen.

Større trykkbeholdere (som er styrkeprøvd hos produsent) bør av sikkerhetsmessige grunner være stengt ute ved pneumatisk styrkeprøving av

rørsystemet. Eventuelle sveiser mellom beholder og rør som ikke styrkeprøves må gjennomgå 100 % ikke-destruktiv testing (røntgen).

7.8.3 Sikring

Trykkbeholdere skal være sikret mot for høye trykk som beskrevet i punkt 7.4.1.3 og 7.4.1.4. Krav til utstyret finnes i kapittel 9.

7.8.4 Instrumentering

Trykkbeholder med over 100 l netto indre volum som kan inneholde væske og som kan stenges av skal være forsynt med tilslutning for trykkmåler, jfr. NS-EN 378-2, § 6.2.7.2.

7.8.5 Merking og dokumentasjon

Trykkbeholdere markedsført etter 29.05.2002 skal være CE-merket. Samsvarserklæring fra produsent skal følge med leveransen, eventuelt også samsvarssertifikat utstedt av kontrollorganet (avhengig av prosedyre for samsvarsvurdering). Beholder skal i tillegg være varig merket med følgende opplysninger:

- identifikasjon av produsent: navn, logo eller merkenavn, produsentland
- identifikasjon av beholderen: type og/eller serienummer, produksjonsår
- tillatt maksimaltrykk (PS), bar
- tillatt maksimaltemperatur (TS_{maks}), °C
- tillatt minimumtemperatur (TS_{min}), °C
- volumet, liter
- høyeste vekt, kg
- tara, kg
- prøvetrykket, bar, dato for prøving
- sikringstrykket, bar
- type kuldemedium eller fluidgruppe

Ved flere trykkrom, skal den tekniske informasjonen oppgis for hvert trykkrom.

Merkingen skal være lett tilgjengelig og lesbar og bør være i form av et skilt. Skiltet skal være godt festet til selve beholderen. Dersom skiltet dekkes til ved isolasjon av beholder, skal et ekstra skilt med de samme opplysningene være festet utenpå isolasjonen. Dette skiltet skal være merket "Duplikat".

Som framtidig dokumentasjon av beholder, bør følgende informasjon leveres med (bestilles ved ordre):

- konstruksjonstegninger
- materialliste og materialsertifikater for trykkpåkjente deler
- sveisedetaljer

7.8.6 Armatur på trykkbeholdere

7.8.6.1 Plassering

Armatur skal ikke festes direkte på beholderens vegg, men plasseres på stuss som er sveist til beholderen.

7.8.6.2 Nivåindikatorer

Nivåindikatorer skal være avstengbare og i samsvar med NS-EN 12178. Stengeventiler for væskestandsglass skal være av selvlukkende type.

7.8.6.3 Stativ for trykkbeholdere

Stativ og fundament for trykkbeholdere skal være dimensjonert og utformet slik at de kan tåle forekommende statiske og dynamiske krefter, dvs. beholderens vekt, inklusive fylling og utrustning, vekt av tilsluttede rør, eventuell snølast, vindlast osv.

For beregning og utførelse av stålkonstruksjoner vises til NS 470, "Sveiste stålkonstruksjoner. Regler for beregning og utførelse" og NS-EN 1993 "Prosjektering av stålkonstruksjoner. Beregning og dimensjonering" eller andre anerkjente normer eller standarder. Materiale i stativ og fundament skal

være brannbestandig og formstabil ved de aktuelle påkjenningene. Ved høy belastning vil et materiale som for eksempel skumglass kunne "sette seg" over tid. For beholdere i lavtemperaturanlegg, skal stativets lavtemperaturregnskaper vurderes spesielt.

7.9 TRYKKBEHOLDERE I KULDE-ANLEGG OG VARMEPUMPER

7.9.1 Varmevekslere

Aktuelle typer varmevekslere er rørkjelvarmevekslere, platevarmevekslere, koaksialvarmevekslere og ulike typer varmevekslere for spesielle formål, for eksempel kontaktfrysing, isproduksjon mv. Fordampere og kondensatorer er omtalt spesielt i underkapittel 7.10 - 7.11.

Varmevekslere med kuldemedium på en eller begge sider omfattes av trykkforskriften. De generelle kravene til trykkbeholdere gjelder, jfr. punkt 7.8, unntatt for batterier for kjøling/oppvarming av luft, jfr. punkt 3.3.4.3.

Varmevekslere skal være i korrosjonsbestandig materiale. Ved strømming av væske innvendig i rør og kanaler, skal hastigheten ikke være så høy at det medfører fare for vibrasjoner, erosjon og turbulenskorrosjon. Samtidig må hastigheten ved sirkulasjon av vann eller sjøvann i åpen sløyfe være tilstrekkelig høy til at faste stoffer ikke sedimenterer og skaper grobunn for tildekkingskorrosjon.

Anbefalt variasjonsområde for strømningshastighet i rør for noen aktuelle materialtyper fremgår av Vedlegg 7.1. Når vannet er særlig forurensset, øker faren for erosjon og turbulenskorrosjon.

I slike tilfeller bør hastigheter opp mot øvre grenseverdier i tabellen unngås.

Rørkjelvarmevekslere skal være utført og oppstilt slik at rengjøring og utskifting av rør er mulig. Innfestingen av rørene i endeplatene (valsing/sveising) skal tåle forekommende termiske spenninger uten at lekkasje oppstår. Rørene skal være opplagret slik at strømningsinduserte vibrasjoner ikke oppstår.

Varmevekslere skal være merket som trykkbeholdere, jfr. 7.8.5. Merkingen skal angå begge sider av varmeveksleren. I tillegg skal det finnes opplysninger om arealet på varm og kald side.

7.9.2 Væskeutskillere

Væskeutskillere skal være utformet og dimensjonert slik at gass og væske separeres effektivt og tørr damp til kompressor sikres ved alle driftsforhold. De skal ha tilstrekkelig stort gassvolum over normalt væskespeil til å kunne motta forekommende væskeretur uten å overfylles, for eksempel ved avriming og ved innslag av fordampervifter. Gassvolumet skal i tillegg være tilstrekkelig stort til at eventuell skumming av væsken ved trykkreduksjon ikke fører til overkoking og fuktig retur til kompressor.

Væskeutskillere i pumpe-sirkulasjonsanlegg skal ha tilstrekkelig væskevolum under normalt væskespeil til at fordampersystemet kan etterfylles ved behov, for eksempel ved innkopling av fordampere etter avriming, uten at dette fører til så lavt nivå at pumpen kaviterer.

Merknad: Ved høytrykks nivåregulering må væskeutskilleren også oppta de fyllingsvariasjonene som ellers opptas av væskesamleren (receiveren).

Væskeutskillere skal være utstyrt med nivåvakt dersom de ikke kan romme hele væskefyllingen med god margin. Nivåvakten skal stenge av væsketilførselen til væskeutskilleren ved overfylling, eventuelt også stanse kompressoren. Nivåvakten skal fungere uavhengig av eventuell nivåregulator.

Væskeutskillere bør være utstyrt med nivåindikator når de ikke rommer hele fyllingen. Nivåglass kan benyttes dersom dette er sikret mot tilriming. Frostrør kan benyttes for enkel, omtrentlig nivåindikering ved fordampingstemperaturer under ca. -3°C . Det bør benyttes rørmateriale med lav termisk konduktivitet, for eksempel rustfritt stål. Ved bruk av elektronisk nivåindikering bør indikatoren være montert i et avstengbart kommuniserende rør.

Nivåindikatorer/nivåglass for ammoniakk skal tilsluttes på en slik måte at olje ikke akkumuleres og påvirker avlesingsnøyaktigheten.

Væskeutskiller for kuldemedium som løser olje skal være forsynt med egnet utstyr for automatisk oljeretur. Utstyret dimensjoneres som angitt for rørkjelfordampere i punkt 7.10.3.

Manuell oljeavtapping kan benyttes når oljen ikke løses i kuldemediet, for eksempel ved ammoniakk. Dreneringspunktet for olje fra væskeutskiller for ammoniakk må ligge lavere enn nedløpet til eventuell pumpe eller inntaket for fallrør til selvsirkulasjonsfordamper.

7.9.3 Væskesamlere (receive)

Væskesamlere skal ha tilstrekkelig volum til å oppta fyllingsvariasjonene i anlegget uten å overfylles eller gå tom. De skal likevel ikke være unødvendig

store eller fylles med mer kuldemedium enn det som trengs.

I anlegg uten andre beholdere for kuldemedievæske bør væskesamleren kunne oppta hele fyllingen.

Gassfri væskeutstrømning skal oppnås med minst mulig "død" væskefylling. Væskesamlere bør være forsynt med nivåindikator. Avstengbare samlere skal være forsynt med nivåindikator dersom kuldemediefyllingen overstiger grenseverdier som gitt i NS-EN 378-2, § 6.2.7.3.

Indikatoren skal som minimum vise maksimalt nivå. Den bør vise nivået over hele arbeidshøyden dersom svinn ikke kan registreres på noen annen direkte måte.

Væskesamlere for ammoniakk bør være utstyrt for avtapning av olje, eventuelt med automatisk oljetilbakeføring.

Væskesamler skal ikke være plassert i nærheten av varmekilde.

7.9.4 Mellomtrykksbeholdere

Mellomtrykksbeholdere skal være utstyrt med nivåvakt dersom overfylling av beholderen er mulig. Nivåvakten skal stenge av væsketilførselen til beholderen ved overfylling, eventuelt også stanse kompressoren.

Mellomtrykksbeholdere av gjennomboblingstypen skal være utstyrt med innretning som hindrer tilbakestrømning av væske til foregående kompressortrinns trykkside ved stillstand.

Mellomtrykksbeholdere skal være forsynt med egnet utstyr for oljetilbakeføring til kompressorere etter tilsvarende

retningslinjer som for rørkjelfordampere.

Dersom mellomtrykksbeholder anvendes som væskeutskiller tilknyttet fordamp(er), skal samme krav til funksjon, gass- og væskevolum etc. som for væskeutskillere gjelde, jfr. punkt 7.9.2.

7.9.5 Tømmebeholdere

Tømmebeholder benyttes for oppbevaring av kuldemediet ved inngrep dersom det ikke er plass til alt kuldemediet i anleggets egne "ledige" beholdere.

Tømmebeholdere skal være forsynt med nivåindikator etter samme regler som angitt for væskesamlere, jfr. 7.9.3. Nivåglass beregnet for kuldemedium, kan benyttes. Nivåglass skal ha merke ved maksimalt nivå, som skal tilsvare maksimalt 80 % fylling.

Tømmebeholdere skal være forsynt med stengeventil i alle rørtilslutninger.

7.9.6 Kuldemedieflasker og transportable kuldemediebeholdere

Kuldemedium skal bare oppbevares og transporteres i flasker som er beregnet på det aktuelle mediet eller medie-ne. Slike beholdere hører ikke under trykkforskriften, men under forskrift om transport av farlig gods på veg og jernbane (ADR/RID-konvensjonene).

Flasker skal ha innstempelt merking i henhold til NS 811.

Engangsflasker skal ikke gjenbrukes.

Flasker og beholdere for returkuldemedium skal være tydelig merket med innhold, samt at mediet er beregnet for rensing/destruksjon. Merkingen skal være så tydelig at forveksling med

flaske/beholder med rent medium ikke kan forekomme.

7.10 FORDAMPERE

7.10.1 Generelt

Fordampere skal være dimensjonert, utført og sikret på en slik måte at de kan tåle de påkjenninger de må forventes bli utsatt for under drift og stillstand. Betydningen av riktig valg av materiale i fordampere for særlig lave temperaturer påpekes spesielt.

Dersom fordamp(er) er installert i nærheten av varmekilde, skal det være sørget for at tilførsel av varme ikke kan føre til uakseptabel trykkstigning.

Fordampere skal utformes og reguleres slik at væskeoverstrømning med fare for væskeslag i kompressor unngås ¹⁰.

7.10.2 Luftkjølere

Luftkjølere regnes normalt som rørsystemer i henhold til trykkforskriften. Se likevel punkt 3.3.4.3 for mulig unntak.

Det skal benyttes materiale i rør og lameller som er korrosjonsbestandige i det miljøet fordamp(er)en står. Egnede overflatebehandling kan benyttes for å oppnå tilstrekkelig bestandighet.

Merknad 1: Luften i kjølerom som inneholder uemballerte næringsmidler eller avfall fra næringsmidler kan være korrosiv overfor vanlige luftkjølere med kobberør og aluminiumslameller. Fortinnete rør kan brukes i slike tilfeller.

¹⁰ Tilrømt fordamp(er) eller fordampervifte som har stoppet er ofte årsak til væskeoverstrømning i tørrfordamp(er)e

Merknad 2: Tynne kobberør i fordampere viser seg erfaringsmessig å være et svakt punkt med hensyn til skade og lekkasje. Det anbefales at de tynneste rørvariantene unngås.

Luftkjølere som avrimes manuelt med varme (varmgass, varmt vann o.l.) skal være forsynt med trykkmåler(e).

Ventiler og annen armatur for større fordampere i fryselagere og tunneler bør i størst mulig utstrekning plasseres i (oppvarmet) lokale utenfor rommet der fordampere er montert.

Når fordampere er montert høyere enn 5 m over gulvnivå, skal det være montert en sikret plattform, eller være tilgjengelig sikret, mobil plattform, for å redusere faren for ulykker i forbindelse med service.

7.10.3 Rørkjelfordampere

Rørkjelfordampere kan ha kuldemediet på rørsiden eller mantelsiden.

Rørkjelfordampere skal være konstruert eller sikret slik at fare for skade på fordampere som følge av lav temperatur (frysing) ikke oppstår. Ved rørkjelfordampere med kuldemediet på rørsiden må faren for issprenging mellom rør og endeplate ved fordampingstemperaturer vesentlig under det kjølte mediets frysepunkt påaktes.

Fordampingstemperaturen i rørkjelfordampere med kuldemediet på mantelsiden bør ligge over frysepunktet for det mediet som kjøles. I tilfeller hvor dette ikke kan oppnås, for eksempel i RSW-kjølere, må det benyttes strømningsvakt for å redusere faren for frysing/frostsprenging ved stopp i sirkulasjonen.

Rørkjelfordampere med kuldemediet på mantelsiden

- skal være forsynt med nivåsikring (nivåvakt) dersom fordampers volum, inkludert eventuell væskeutskiller, ikke er tilstrekkelig til å oppta hele væskefyllingen og sikre kompressoren mot væskeslag. Nivåsikringen skal stenge av væsketilførselen til fordampere ved høyt nivå, eventuelt også stanse kompressoren. Nivåsikringen skal fungere uavhengig av eventuell nivåregulator.
- bør være utstyrt med nivåindikator, for eksempel væskestandsglass, når netto indre fordampervolum er større enn 300 l.
- skal være forsynt med egnet utstyr for automatisk oljeretur. Manuell oljeavtapping kan benyttes når oljen ikke løses i kuldemediet, for eksempel ved ammoniakk. Ved dimensjonering av automatisk oljeretur bør maksimalt 1 % restolje i kuldemediet legges til grunn for å unngå skumming. Ved bruk av delvis oljeløsende kuldemedium bør oljereturssystemets kapasitet være tilstrekkelig til at oljekonsentrasjonen i fordampere alltid holdes godt under løselighetsgrensen.

7.10.4 Platefordampere

Platefordampere omfatter konvensjonell type, med pakninger og helloddet, samt nyere "plate-in-shell"-fordampere. Platefordampere regnes som trykkbeholdere og kravene til trykkbeholdere gjelder. Ved klassifisering benyttes volumet på kuldemediesiden.

For å oppnå best mulig resultat med konvensjonell type platefordampere, bør fordampere med stor termisk lengde benyttes.

7.10.5 Platefrysere

Platefrysere regnes som trykkbeholdere og kravene til trykkbeholdere gjelder.

Platefrysere med direkte fordampning skal være utstyrt med fleksible slanger som er diffusjonstette for det aktuelle kuldemediet og som er tilstrekkelig robuste til at brekkasje unngås. Det skal bare benyttes slangekoplinger som er sikret mot åpning ved uhell.

7.10.6 Merking av fordampere

Fordampere som regnes som trykkbeholdere skal være merket i samsvar med merkekrav til beholdere, jfr. punkt 7.8.5. I tillegg skal arealet på varm og kald side fremgå.

Luftkjølere skal (i tillegg til eventuelt CE-merke) minst ha minimumsmerking for trykkpåkjent utstyr, jfr. punkt 3.3.4.8, og i tillegg informasjon om:

- materiale(r)
- rørdimensjon
- areal på kald og varm side
- volumet på kuldemediesiden
- anvendt prøvetrykk i bar og dato for trykkprøvingen

For luftkjølere skal også viftekapasitet, effekt på viftemotor(er) og strømarm være angitt.

Merkingen skal være godt synlig, for eksempel i form av gravert skilt permanent festet til fordamperen. Dersom utstyret er lite eller permanent merking med alle opplysningene er uhensiktsmessig av andre grunner, kan (deler av) informasjonen finnes i medfølgende skriftlig dokumentasjon.

7.11 KONDENSATORER

7.11.1 Generelt

Kondensatorer skal være dimensjonert, utført og sikret på en slik måte at de kan tåle de påkjenninger de må forventes bli utsatt for under drift og stillstand.

Rørforbindelser mellom kondensator(er) og eventuell væskesamler skal være slik dimensjonert og utformet at unødvendig væskeoppfylling av kondensator(en)e unngås.

Ved oppstilling av kondensatorer i parallell på kuldemediesiden og tilknyttet felles receiver, må det sørges for trykkmessig balanse mellom kondensatorkretsene, for eksempel ved separate væskerør med væskelås mellom kondensatorer og receiver. Høyden mellom lås og kondensatorer må være tilstrekkelig til at differanse i trykktap i selve kondensatorene kan fullt ut kompenseres ved væskesøyler i rørene. Dersom receiver er luftet til kondensatorinnløpet, må væskesøylene i tillegg kompensere for trykktapet i kondensatoren med størst trykktap.

Kondensator må ikke være plassert i nærheten av varmekilde.

For rørkjolkondensatorer, se også punkt 7.11.3.

Platekondensatorer regnes som trykkbeholdere. Tilsvarende krav som til platefordampere gjelder, jfr. punkt 7.10.4.

7.11.2 Luftkjølte kondensatorer

Luftkjølte kondensatorer regnes som rørsystemer. Se likevel punkt 3.3.4.3 for mulig unntak.

Det skal benyttes materiale i rør og lameller som er korrosjonsbestandige i det miljøet kondensatoren står. Overflatebehandling kan eventuelt benyttes for å oppnå tilstrekkelig bestandighet.

7.11.3 Rørkjelkondensatorer

Gasshastigheten inn på rørkjelkondensatorer må ikke være så stor at det induseres vibrasjoner i rørene. Ved stor hastighet må beskyttelsesplate være montert.

Når rørkjelkondensator også fungerer som væskesamler (receiver), skal nivå-indikator være montert, etter samme regler som for væskesamler, jfr. punkt 7.9.3.

7.11.4 Fordunsningskondensatorer

Fordunsningskondensatorer regnes som trykkbeholdere og kravene til trykkbeholdere gjelder.

Det skal benyttes materiale i rør og eventuelle ribber som er godt korrosjonsbestandige. Korrosjon og bakterievekst skal i tillegg forebygges gjennom korrekt vannbehandling.

Manglende eller feil vannbehandling kan føre til oppblomstring av legionellabakterien, som kan forårsake utbrudd av den farlige legionærsyken. Fordunsningskondensatorer (og kjøletårn) skal derfor ha doseringsutstyr for kontinuerlig desinfisering av vannbadet, og ellers rengjøres og vedlikeholdes i henhold til norsk forskrift ¹¹ og leverandørinstruks.

Ved oppstart av fordunsningskondensatorer (og kjøletårn) gjelder det meldepplikt til kommunen.

Det vises ellers til «Forskrift om miljørettet helsevern FOR-2003-04-25-486».

7.11.5 Merking av kondensatorer

Kondensatorer skal være merket på tilsvarende måte som fordampere, jfr. 7.10.6.

7.12 KULDEMEDIEPUMPER

7.12.1 Generelle krav

Det skal benyttes kuldemediepumper som er godt sikret mot kuldemedielekkasje, fortrinnsvis av (semi)hermetisk type. Pumper regnes som maskiner og maskinforskriftens bestemmelser gjelder.

Når kuldemediet benyttes for smøring av lagere og/eller kjøling av pumpe-motor, skal tilstrekkelig trykk for smøring/kjøling sikres ved at et minste pumpetrykk alltid opprettholdes. Dette kan for eksempel oppnås ved hjelp av "maksimumsblende" montert i trykk-røret fra pumpen. Maksimumsblenden reduserer samtidig faren for kavitasjon.

Tilsvarende skal (semi)hermetiske pumper sikres mot sviktende kjøling ved at en minste gjennomstrømning alltid opprettholdes, for eksempel ved hjelp av en "minimumsblende" plassert i bypassledning tilbake til pumpebeholderen. Eventuelle stengeventiler i bypassledningen skal være plombert i åpen stilling.

Pumper av fortrenngningstypen skal være sikret mot unormalt mottrykk, for eksempel ved hjelp av trykkstyrt overstrømningsventil som leder væske tilbake til pumpebeholderen. Eventuelle stengeventiler i overløpsledningen skal være plombert i åpen tilstand.

¹¹ Forskrift om miljørettet helsevern, kapittel 3a.

Kuldemediepumper skal være sikret mot drift ved forhold som kan gi kavitasjon ved hjelp av differansetrykkvakt, nivåsikring i pumpebeholder e.l. Det skal være montert differansetrykkmåler over pumpen(e), inkludert eventuelt sugefilter.

Pumpen(e) bør være beskyttet mot faste forurensninger ved hjelp av et rikelig dimensjonert sugefilter.

7.13.2 Merking av kuldemediepumper

Kuldemediepumper skal være CE-merket. I tillegg skal følgende tilleggsinformasjonen finnes på merkeplate eller være lett tilgjengelig på annen måte:

- fabrikat, typebetegnelse, produksjonsår og serienummer
- tillatt maksimaltrykk
- kapasitet
- turtall
- løftehøyde (ved angitt kapasitet)
- hvilket medium pumpen er beregnet for
- motoreffekt og strømart

7.13 ELEKTROMOTORER

7.13.1 Generelle krav

Elektromotorer skal ha kapsling som er tilpasset det miljøet motoren skal arbeide i.

Elektromotorer skal være riktig dimensjonert i forhold til den lasten de skal trekke, og være beskyttet mot overbelastning ved hjelp av motorvern. Motorer over 100 kW skal være utstyrt med viklingstermostat. Motorer i (semi)hermetiske kompressorer bør ha viklingstermostat når motorytelsen er større enn 3 kW.

Elektromotorer skal være slik montert at

nødvendig kjøling av motoren oppnås. Drift av (semi)hermetiske kompressorer ved lave sugetrykk må særlig påaktes. Motorer med merkeytelse 0,75 – 375 kW skal enten ha en effektivitet tilsvarende effektivitetsklasse IE3, eller oppfylle kravene i IE2 og være utstyrt med frekvensomformer.

7.13.2 Merking

Elektromotorer skal være merket med

- CE-merke i samsvar med krav i forskrift om elektrisk utstyr
- fabrikat, typebetegnelse, serienummer og produksjonsår
- effekt
- spenning, strømstyrke, frekvens og $\cos\phi$
- turtall
- kapslingsgrad

7.14 VENTILER

7.14.1 Generelt

Ventiler i kuldeanlegg og varmepumper skal være i samsvar med NS-EN 12284.

Ventiler som kan nås av uvedkommende skal være beskyttet mot manøvrering ved hjelp av hett, lås o.l. som bare kan løses med verktøy.

Dersom det ikke er mulig å stramme eller skifte spindeltetning når det står trykk på ventilen, skal det være mulig å isolere ventilen fra resten av anlegget.

7.14.2 Stengeventiler

Kuldeanlegg og varmepumper skal være utstyrt med stengeventiler slik at det kan foretas inngrep i anlegget uten fare og med et minimum tap av kuldemedium. Ventilene skal være lett tilgjengelige.

Ventiler med sveise- eller loddetilslutning skal foretrekkes fremfor flensede ventiler, ventiler med flensmutterkopling (flare) eller gjengeforbindelse. Dersom flenstilslutning benyttes, skal forbindelsen oppfylle kravene angitt i punkt 8.4.4.2.

Serviceventiler med forbindelse til det fri skal kunne blindes av mot omgivelsene ved hjelp av blindhetten e.l.

Stengeventiler med spindel skal være utstyrt med spindeltetning som tåler det aktuelle mediet og som stenger gasstett mot omgivelsene. Det skal normalt være mulig å trekke til og å skifte spindeltetningen under trykk. Ventilspindelen skal ikke kunne skru seg ut utilsiktet.

Ventiler som benyttes sjelden skal være forsynt med hette som holder tett for eventuell lekkasje i spindeltetningen. Hetten skal være dimensjonert for ventilens tillatte maksimaltrykk. Ventilene skal være utformet slik at det oppnås en kontrollert trykkavlastning når hetten skrues av, for eksempel gjennom et spor i gjengene i hetten.

Manuelle ventiler som benyttes ofte skal ha påmontert ratt eller hendel.

Ventiler som det kan bli nødvendig å manøvrere i en nødsituasjon bør være utstyrt med ratt eller hendel. I det minste skal det være nøkkel e.l. lett tilgjengelig i nærheten av ventilen.

Seksjoneringsventiler skal stenge i begge retninger.

Stengeventiler skal ikke være montert i kryperom. Ved montering i rørsjakt skal

sjakten ha mer enn én rømningsvei ved kuldemedium klasse A2L, A2, B2 og A3.

7.14.3 Automatiske stengeventiler

Magnetventiler stenger bare i strømningsretningen. Når tilbakeslagsventil benyttes i kombinasjon med magnetventil, for eksempel i væskeledningen i pumpesirkulasjonsanlegg, skal tilbakeslagsventilen plasseres etter magnetventilen i strømningsretningen for å unngå stumfylling.

Magnetventiler og andre hurtiglukkende, automatiske stengeventiler skal være plassert slik at slag i rørsystemet mest mulig unngås når ventilen åpner eller stenges. Når dette kan være vanskelig å sikre seg mot, bør modulerende ventiler anvendes.

Merknad: Magnetventil i væskeledningen på vanlige tørrfordamperanlegg bør plasseres nær strupeventilen.

7.14.4 Selvlukkende ventiler

Selvlukkende ventiler skal være montert når uhell eller skade vil kunne medføre store utslipp av kuldemedium, for eksempel i tilknytning til oljedreningsbeholdere og nivåglass.

7.14.5 Merking av ventiler

Trykkpåkjennte ventiler skal være CE-merket og ellers påført informasjon (eller informasjon tilgjengelig) som angitt i trykkforskriften, jfr. punkt 3.3.4.8.

Stengeventiler skal lett kunne identifiseres, for eksempel gjennom skilt med ventilens pos.nr. på tegning/skjema eller i komponentliste, dersom det ikke er opplagt hvilken funksjon ventilen har.

Seksjoneringsventiler og andre viktige ventiler for sikkerhet og drift, for ek-

sempel vannventiler, skal være merket med hvilken funksjon ventilen har.

7.15 NIVÅINDIKATORER

Nivåindikatorer for kuldemedium eller olje skal være i samsvar med NS-EN 1278. Indikatorer i form av nivåglass skal være utført i boltet, flatt glass eller refleksglass, samt være forsynt med selvlukkende ventiler ved tilslutningene oppe og nede. Glassrør skal ikke brukes.

Nivåglass skal være beskyttet mot ytre påkjenning som kan medføre brudd, og mot fare for personskade i tilfelle glasset blir knust. Ved mer sporadiske behov for avlesing av nivået, bør tilslutningene til nivåglass stå avstengt og åpnes bare ved avlesning.

Nivåindikatorer skal minimum omfatte området for maksimum fylling, men bør fortrinnsvis dekke hele det aktuelle måleområdet. Når overfylling er mulig, skal området omkring maksimum fylling ved normal drift være indikert.

Elektroniske nivåindikatorer på beholdere skal være plassert i separate, avstengbare nivåør montert på beholderen. Slike indikatorer skal kunne kontrolleres/kalibreres på beholderen.

Nivåglass og nivåør på beholdere med temperatur under omgivelsestemperaturen, skal være sikret mot at koking forstyrrer nivåindikeringen, for eksempel ved isolering.

Nivåglass og nivåør skal fortrinnsvis være montert slik at olje ikke kan akkumuleres. Dersom dette ikke er mulig, skal det være mulig å fjerne oljen.

7.16 TRYKKMÅLERE

Trykkmålere skal tåle aktuelt kuldemedium og et trykk tilsvarende minst 1.1 ganger systemdelens tillatte maksimaltrykk. Målere på høytrykksiden skal være kalibrert til minst tillatt maksimaltrykk.

Trykkmålere for trykk opp til 10 bar skal fortrinnsvis ha en nøyaktighet lik eller bedre enn $-0.2/+0.5$ bar. Målere for høyere trykk, skal tilsvarende ha en nøyaktighet som er bedre enn $-2/+5\%$ av maksimalt måleområde. Temperaturnøyaktigheten bør ikke overstige 0.05% per $^{\circ}\text{C}$.

Det kan benyttes elektroniske eller mekaniske trykkmålere (manometere).

Trykkmålere skal angi trykket i bar (overtrykk) og/eller MPa (MPa = megapascal = 10 bar). Manometere skal være gradert til minst 10% og høyst 50% over systemdelens tillatte maksimaltrykk. Høyeste akseptable driftstrykk (eventuelt laveste på lavtrykksiden) skal være markert med en rød strek på manometeret. Dersom skalaen er markert med metningstemperatur(er), skal det fremgå hvilket kuldemedium eller kuldemedier manometeret er beregnet for.

Manometere tilknyttet kompressorens trykkside/trykkør skal være i væskedempet utførelse.

7.17 TEMPERATURMÅLERE

Glasstermometere skal være plassert i egne termometerlommer og være beskyttet mot brekkasje.

Følere for fjerntermometere skal plasseres i egne følerlommer. Plassering utenpå rør kan benyttes, forutsatt at røret er isolert i en passende lengde til begge sider for målepunktet.

7.18 ELEKTRONISK AUTOMATISERING OG OVERVÅKING

7.18.1 Generelt

Elektronisk automatikk for styring, regulering og overvåking skal tilfredsstille norske forskrifter. Automatikken bør være tilkoplest UPS.

Utstyr for mann/maskinkommunikasjon, så som PC-displayer, HMI-paneler osv. skal være hensiktsmessig og oversiktlig komponert/arrangert og i størst mulig grad selvforklarende. Tekster/angivelser på norsk skal tydelig angi alle funksjoner.

Kabler skal være bestandige mot forventede kjemiske og temperaturmessige påkjenninger.

Signalførende kabel og elektronisk utstyr skal være av en slik type og legges og monteres på en slik måte at signalet overføres uten å vrenses. Dette kan oppnås ved skjerming eller ved legging med tilstrekkelig avstand fra elektrisk utstyr og/eller kabler. Kobberkabel til sikringsfunksjoner bør være av flertrådet type.

Det vises også til NS-EN 378-2, § 6.2.5.2.2 og § 6.2.9.

7.18.2 Sikringssystem

Sikringssystemet overvåker prosessen og avlaster/stopper anlegget, seksjonerer ut komponenter eller delsystemer etc. når innstilte grenser over- eller un-

derskrides. Dersom analogt sikringssignal overskrider øvre eller nedre grense, skal anlegget stoppe. Det skal gis alarm når sikringssystemet stopper anlegget.

Anlegget kan sikres via PLS. Ved store og komplekse anlegg må oppbyggingen av elektronisk sikringssystem vurderes av kompetent, uavhengig person før systemet tas i bruk.

Eventuell endring av programmet skal kun være mulig i henhold til dokumenterte prosedyrer og skal utføres av autorisert personale. Etter vesentlig endring skal komplett utprøving av programmet gjennomføres, og det skal dokumenteres hvem som har utført programendring og prøving.

7.19 KLARGJØRING, PLASSERING OG MONTASJE AV KOMPONENTER OG UTSTYR

Før montasje skal alle anleggskomponenter klargjøres og inspiseres for transportskader eller andre uregelmessigheter. Eventuell transportsikring fjernes, beholdere med påsatt trykk av inertgass avlastes (for eksempel ved å bore et lite hull), beholdere kontrolleres med hensyn på restvann etter trykkprøving, blindpluggen fjernes osv.

Plassering og montasje av komponenter og utstyr bør utføres av montør med relevant fagbrev. For sammenføring av rør i kategori II eller høyere etter trykkforskriften skal sveiser/lodder være sertifisert. Det vises ellers til underkapittel 3.8.

Komponenter og utstyr skal plasseres og monteres slik at de er lett tilgjengelige for betjening, ettersyn og vedlikehold. Om nødvendig skal det bygges

repoer e.l. rundt utstyret for å lette tilgjengeligheten.

Reguleringsutstyr skal være slik oppstilt at det er beskyttet mot berøring av uvedkommende.

Komponenter og utstyr skal være fundamentert slik at rørforbindelser ikke skades som følge av telehiv, setning i grunnen e.l.

8 RØRSYSTEM OG RØRMONTASJE. SLUTTMONTASJE

8.1 GENERELT

Rørsystemer og rørmontasje kommer under trykkforskriften eller forskrift om håndtering av farlig stoff etter kriterier som beskrevet i punkt 3.3.4.1/3.3.5.1. Dersom anlegget kommer under kategori I eller § 11, gjelder maskinforskriftens bestemmelser.

Rør, rørdeler, rørforbindelser, armatur og oppheng i kuldeanlegg og varmepumper skal tåle de påkjenninger som kan forventes oppstå ved normal drift og påregnelige feilsituasjoner. Dette omfatter belastninger/spenninger som følge av

- trykk
- egen tyngde
- temperaturutvidelse/kontraksjon
- innmontasje
- vibrasjoner

Merknad: Bend har normalt lavere tillatt maksimaltrykk enn rør av samme dimensjon. Dette får spesielt betydning for høyt belastede rørsystemer i kobber, for eksempel i CO₂-anlegg. Om nødvendig må spesialkvalitet benyttes i bendene, for eksempel legeringen K65 (CuFe2P).

For å unngå skade på rør som følge av klatring, skal det være satt opp advarsel dersom ikke rør og opplagring er dimensjonert for den ekstra belastningen.

Rør skal være rene og plugget i begge ender ved mottak.

Montasje og sammenføyninger skal utføres som beskrevet i underkapittel 8.3 - 8.4 med henvisninger til NS-EN 378:2016:2016. Montasje skal utføres av kvalifisert montør, fortrinnsvis med relevant fagbrev. Utførende montør eller ansvarlig montasjeleder skal signere montasjeattest når montasjen er ferdig utført. Eksempel på utforming av montasjeattest er vist i Vedlegg 8.4.

Merknad: Montasjeattest kreves ikke for fabrikkproduserte aggregater.

8.2 MATERIALER

Rørmateriale og sveise/loddemateriale skal være egnet for bruk over hele det aktuelle driftsområdet ved valgt kulde-medium/olje samt tenkelige forurensninger. Det gjøres særlig oppmerksom på fare for utmattingsbrudd i kobberrør som ikke holder høyeste renhetsgrad og fare for sprøbrudd i lavlegert stål ved særlig lave temperaturer. Ellers gjelder tilsvarende materialkrav som for anleggskomponenter og utstyr, jfr. punkt 7.6.

Kobberrør i samsvar med NS-EN 12735-1:2016 vil automatisk oppfylle kravene til kobberrør i trykkforskriften. Rørene er tilgjengelig med ulike veggtykkelser tilpasset aktuelle trykkbehov. Merk at tillatt maksimaltrykk for rør som loddet regnes som for glødde rør uansett rørets hardhet.

Merknad: Angitte trykk i standarden gjelder kun for rørene. Rørfittings har lavere tillatt maksimaltrykk.

Kobberlegeringen K65 (CuFe2P) er velegnet for særlig høye trykk. Rør og

fittings er tilgjengelig i trykkklasse 90 bar og 120 bar.

Merknad: K65 er velegnet for fittings når kobber ikke tåler høyt nok trykk

Det vises ellers til NS-EN 14276-1:2006+A1:2011 og NS-EN 14276-2:2007+A1:2011¹ med krav til trykkbeholdere og rørsystemer i kuldeanlegg. Standarden omfatter krav til alle aktuelle materialer.

Rør som er særlig utsatt for vibrasjoner bør være av stål. Eksempel på slike rør kan være tilslutningsrør til kompressorer og pumper. Stålrør bør foretrekkes for tilslutning av automatikk. Diffusjonstett plast kan også benyttes.

Rør og rørdeler skal beskyttes mot utvendig korrosjon på tilsvarende måte som beskrevet for anleggskomponenter i punkt 7.6.3.2.

8.3 RØRSYSTEM OG RØRFØRING

8.3.1 Generelt

Ved legging av kuldemedierør skal det tas hensyn til driftsforhold (tofasestrømning, oljeretur osv.), mulig kondensering, termiske spenninger, vibrasjoner, samt tilgjengelighet for inspeksjon og service. Rør skal ikke kunne skades av vanlig forekommende aktivitet og være beskyttet mot skade som følge av påregnelige feil.

¹ NS-EN 14276 - 1 "Trykkpåkjent utstyr for kjølesystemer og varmepumper, Del 1. Trykkbeholdere" og NS-EN 14276 - 2 "Trykkpåkjent utstyr for kjølesystemer og varmepumper, Del 2. Rør" er spesielt tilpasset behovene innenfor kuldeindustrien, med utgangspunkt i NS-EN 13445 2-3.

Når kuldemedieholdig rør passerer gjennom et lokale, regnes lokalet som oppstillingssted unntatt ved betingelser som angitt i underkapittel 4.3. Rør lagt utenfor maskinrom skal være montert høyt eller utført med spesiell beskyttelse.

Kanaler og sjakter som fører rør med brennbare eller giftige kuldemedier skal være ventilert til et sikkert sted slik at fare ikke kan oppstå i tilfelle lekkasje.

For detaljerte anvisninger og krav i forbindelse med rørsystemer vises til NS-EN 378:2016-2:2016, § 6.2.3.

Ved blinding av stålrør over DN40 skal fabrikkprodusert, kuvet endebunn benyttes.

Rørsystemet skal være forsynt med nødvendige uttak for trykkmålinger som krevd i forbindelse driftsovervåking generelt og overleveringsprøve spesielt, jfr. kapittel 13. Uttak som ikke er i bruk skal være blindet av.

8.3.2 Trasevalg

Det skal velges kortest mulig rørtrase, samtidig som en unngår å stenge passasjer og konstruksjonsmessige og estetiske sider ved rørsystemet ivaretas. Lengre trase kan benyttes dersom dette har klare fordeler, for eksempel lettere adkomst til betjening, service og kontroll.

Rør skal legges slik at antall sammenføyninger blir så lavt som mulig. For øvrig vises til NS-EN 378:2016-2:2016, §§ 6.2.3.3.5 - 6.2.3.3.7.

Rør må ikke være til hinder for adkomst eller rømning.

8.3.3 Samlokalisering av rør

Når flere rør legges sammen, skal rørene sikres mot skade som følge av gnissing. Se også NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.3.5.

8.3.4 Forebygge slag/støt i rørsystemet

Kraftige slag/støt kan oppstå rørsystemet i større (industrielle) anlegg når ansamlinger av væske av ulike årsaker settes i stor hastighet og "kolliderer" med annen væske eller komponenter. Noen forebyggende tiltak er diskutert nedenfor.

Rørsystemet må utformes slik at det så langt som mulig unngås at rør med kald væske blir tilført (varm) gass. Dette begrunnes i to forhold ²:

- a) Gassbobler kan underkjøles i den kalde væsken og deretter kollapse ("implodere") og danne skarpe trykkstøt i væsken (over 100 bar). Dette kan skade ventiler og andre komponenter i rørsystemet. Væskelødnings i pumpe-sirkulasjonsanlegg og tilhørende armatur er særlig utsatt. Fenomenet kan registreres som skarpe smell, gjerne i gjentakende serier. Over tid kan rørbrudd oppstå som følge av utmatting.
- b) Høytrykks-gass som tilføres rør som er delvis fylt med (stillestående) kald væske kan underkjøles betydelig før den etter en tid kondenserer momentant. Trykket faller brått og væske i andre deler av rørsystemet strømmer med stor hastighet mot området på grunn av trykkdifferansen. Kraftige støt/slag oppstår når «væsketoget» støter mot ventiler, bend, endebunner eller mot annen væske. I verste fall kan brudd oppstå.

Merknad: Dersom slag/støt som beskrevet ovenfor forekommer, må nødvendige tiltak for å fjerne støtene iverksettes straks.

Magnetventiler og andre automatiske stengeventiler (av av/på-type) i væskelødnings skal så langt som mulig plasseres nær fordampere. Ved fryserom/tunneler bør de likevel helst plasseres på utsiden av rommet. Ved store avstander bør (motor)ventiler med myk åpning/stenging benyttes.

Ved varmgassavriming skal eventuelt kondensat i varmgassrøret blåses kontrollert ut før fullt varmgasstrykk påsettes. Ved avsluttet avriming skal fordampere trykkutlignes (forsiktig) mot væskeutskilleren/kompressoren (helt eller delvis) før det åpnes for normal drift.

Gassrør og returledninger skal legges slik at en unngår utilsiktede ansamlinger av væske eller olje. Muligheter for vandring av kuldemedium ved stillstand skal særlig påaktes. Volumet av oljelåser o.l. skal ikke være større enn det som er nødvendig for å oppnå tilsiktet funksjon.

8.3.5 Oljeretur

Sugeledning som skal transportere olje skal dimensjoneres slik at sikker oljeretur oppnås. Anbefalte minimumshastigheter fremgår av Vedlegg 8.1. I anlegg med kapasitetsregulering anbefales det doble stigerør ved vertikal sugeledning.

Horisontale sugeledninger skal normalt legges med svakt fall mot kompressoren. Sugeledning fra væskeutskiller bør likevel legges med svakt fall mot utskilleren for å hindre at eventuell medrevet

² I første rekke observert i ammoniakkanlegg.

væske tilføres kompressoren ved stans.

8.3.6 Forebygge fare ved stumfylling

Væskerør skal så langt det er mulig legges slik at væske ikke kan stumfylle røret mellom stengeventiler. Kontra-ventil i pumpeledning skal alltid monteres etter eventuell magnetventil i strømningsretningen.

Rørforbindelser og armaturer hvor kald væske kan stenges inne mellom automatiske stengeventiler, skal være sikret mot sprenging ved hjelp av overstrømsventil for intern trykkavlastning. Det skal regnes med et mottrykk lik tillatt maksimaltrykk på det stedet ventilen avlaster til.

Når væske kan stenges av mellom manuelle ventiler, kan det alternativt benyttes skilt som varsler om mulig fare for stumfylling, og/eller anviser stengingsrekkefølge hvor fare for stumfylling unngås.

Merknad 1: Særlig utsatte rør i denne forbindelse vil være rør med underkjølt væske, for eksempel kondensat etter underkjøling i tottrinnsanlegg og væskeledninger i pumpesirkulasjonsanlegg

Merknad 2: Ved CO₂ vil anvisningene ovenfor kunne gjelde selv om røret ikke er stumfylt.

8.3.7 Legging/klamring av rør

Før montasje skal rør kontrolleres innvendig for urenheter og rengjøres om nødvendig. Ved kapping skal spon og grader fjernes omhyggelig.

Rør som skal isoleres må legges slik at det blir rimelig plass til isolasjon og adkomst for isoleringen. Det må også

sørges for tilstrekkelig plass for vedlikehold av ventiler og andre komponenter, løsbare forbindelser osv.

Løsbare forbindelser skal være tilgjengelige for inspeksjon.

Rør skal klamres ved hjelp av korrekt dimensjonerte klammere i forhold til vekten av rør med fylling og armatur. Avstanden mellom klamringspunktene skal ikke overstige verdier som anvist i NS-EN 378:2016-2, § 6.2.3.3.3. Rørklammer skal være utført i brannbestandig materiale.

Rørsystemet skal være beskyttet som beskrevet i NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.3.4.

Rør i tilknytning til vibrasjonskilde, for eksempel kompressor, skal være lagt opp så fleksibelt at det ikke oppstår fare for utmattingsbrudd. Dersom dette ikke er mulig, skal røret være separert fra vibrasjonskilden ved hjelp av korrekt montert fleksibel overgang. Denne skal være fast opplagret i den enden som vender bort fra maskineriet. Det gjøres spesielt oppmerksom på den økte risikoen for skade på rør/rørgjennomføringer, fordamperoppheng, fundamenter osv. om bord i skip på grunn av ekstra vibrasjoner.

Når lengdeendringer som følge av temperaturvariasjoner ikke kan opptas i naturlige rettingsendringer av rørdelingen, skal det monteres ekspansjonsbelger eller sløyfer. Det skal benyttes flytende klamring i den grad dette er nødvendig for å unngå termiske spenninger.

Isolerte, kalde rør bør legges i oppleggs-skåler. Klammer som er festet direkte til røret bør unngås. Dersom metoden likevel brukes, skal opphengsjernet være beskyttet mot fuktinntrenging og korrosjon i festepunktet.

Innstøpte rør skal legges i egne varerør. Når det er fare for dannelse av kondens eller vanninntrenging, bør det av hensyn til korrosjonsfaren benyttes fylte varerør. Åpne varerør skal i slike tilfeller alltid være lagt med fall og kunne dreneres.

Varerør skal også benyttes ved gjennomføringer i vegger og gulv. Utførelsen skal være slik at rørets fuktsperre ikke brytes. Røret skal samtidig ha mulighet for bevegelse i lengderetningen. Rørgjennomføring i brannvegg skal ha samme brannmotstand som vegg.

8.4 RØRSAMMENFØYNING

8.4.1 Generelle krav

Rørforbindelser skal være i samsvar med krav og anvisninger i NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.2, med videre henvisning til NS-EN 14276-2.

Det skal påses at rørdelene passer godt sammen, slik at en best mulig sammenføyning oppnås og skjøtene ikke utsettes for uttallig belastning, for eksempel som følge av dårlig tilpasset flensforbindelse.

Rørforbindelsene skal være egnet for aktuelt materiale, trykk, temperatur og type fluid. De skal ha samme styrke som rørene som skjøtes, uansett sammenføyningsmetode. Ved skjøting av rør med ulik diameter, skal fabrikkprodusert overgang benyttes. Det skal

påses at forbindelsene ikke kan skades av at vann fryser på utsiden.

Permanente rørforbindelser skal være i sveist eller hardloddet utførelse og armatur med sveise-/loddestusser skal foretrekkes såfremt tilgjengelig. Løsbare forbindelse kan likevel benyttes når fast forbindelse finnes lite hensiktsmessig, som ved innmontering av deler som skal inspiseres eller skiftes med jevne mellomrom, for eksempel filtere.

Sammenføyninger som ikke er tilgjengelig for inspeksjon skal alltid være loddet/sveist. Løsbare sammenføyninger skal være tilgjengelig for inspeksjon. Posisjonen til løsbare forbindelser som er isolert skal være markert utenpå isolasjonen.

Ved lodding og sveising skal det brukes egnet tilsatsmateriale i forhold til materialet i rør og rørdeler som sammenføyes og miljøet røret skal stå i. Dekkgass og bakgass skal benyttes som beskrevet i anvendte lodde-/sveiseprosedyrer.

Etter at rørene er sammenføyd, skal rørsystemet ved behov gjennomblåses med tørr trykkluft eller nitrogen for å fjerne forurensninger fra lodde-/sveiseprosessen.

Alle rørforbindelser skal være fullstendig gasstette.

8.4.2 Sveiseforbindelser

Sveising skal utføres av kvalifisert personell etter anerkjente prosedyrer. For arbeid på rørsystemer av risikokategori II eller høyere etter trykkforskriften skal det benyttes sertifiserte sveisere og sveiseprosedyrer godkjent av tredjepart (teknisk kontrollorgan).

Galvaniserte rør må ikke sveises før alt belegget er fjernet fra sveisesonen.

Sveiste skjøter og en sone til begge sider fra skjøten skal beskyttes med egnet overflatebehandling. Ved sveising av materialer med ulik grad av edelhet, for eksempel svart stål og rustfritt stål, skal også det mest edle materialet dekkes med beskyttende maling et godt stykke til side for sveisesonen.

8.4.3 Loddeforbindelser

Lodding skal utføres av kvalifisert personell etter anerkjente prosedyrer. Forbindelsene skal hardloddet.

For arbeid på rørsystemer i risikokategori II eller høyere etter trykkforskriften skal det benyttes sertifiserte loddere og loddeprosedyrer godkjent av tredjepart (teknisk kontrollorgan).

Loddemateriale og fluks må være forenlig med aktuelt kuldemedium. Mulighetene for korrosjon skal vurderes. Ved lodding av kobber mot stål, skal loddemateriale med høyt sølvinnhold benyttes.

Ved loddeforbindelse skal det fortrinnsvis benyttes fabrikkprodusert rørdel. For myke kobberløt kan oppdoring med minst 10 mm overlapp benyttes. Alle forbindelser skal ha god pasning slik at fullgod kapillareffekt oppnås.

8.4.4 Løsbare forbindelser

8.4.4.1 Generelt

Løsbare forbindelser omfatter flensforbindelser, flensmutterforbindelser (flære), gjengeforbindelser, forbindelser av kompresjonstypen og hurtigkoblinger.

Løsbare forbindelser må bare brukes når sveising eller lodding ikke er mulig eller

lite hensiktsmessig. Ved bruk av løsbare forbindelser, skal flensforbindelser foretrekkes, spesielt når forbindelsen kan være utsatt for vibrasjoner.

Løsbare forbindelser skal tiltrekkes med korrekt moment. Tiltrekkingen skal kontrolleres før påfylling av kuldemedium.

Hurtigkoblinger må bare benyttes i unntakstilfelle.

For spesielle krav til løsbare forbindelser ved bruk av kuldemedier i gruppene A2, A3, B2 og B3 vises til NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.3.2.

8.4.4.2 Flensforbindelse

Flenser skal være tilpasset tillatt maksimaltrykk. Det bør benyttes standard flenser i samsvar med NS-EN 1092-1 (stål) og NS-EN 1092-3 (kobber). Flenser skal være sveist/loddet til rørene.

Konstruksjonen skal være slik at det oppnås god sentrering og at pakningsmaterialet ikke presses ut, for eksempel utformet med not og fjær. Ved plane flenser skal det benyttes utblåsningssikker pakning.

Pakningsmaterialet skal være motstandsdyktig mot kuldemediet og kuldemaskinoljen. Aluminium kan brukes som pakningsmateriale i ammoniakk-anlegg.

8.4.4.3 Flareforbindelser

Flensmutterkopling (flare) skal ikke brukes for tilslutning av strupeventil og skal generelt unngås så langt som praktisk mulig.

Rørdeler/komponenter med flare skal bare brukes sammen med glødde rør

med ytre diameter mindre eller lik 20 mm.

Begge sider av kragen skal smøres for sammenskruing. Mutteren skal trekkes til med korrekt moment, som angitt i Tabell 4 i NS-EN 378-2:2016. Det skal benyttes momentnøkkel ved tiltrekkingen.

Det vises ellers til NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.2.3.3.

8.4.4.4 Koniske gjengeforbindelser

Det vises til NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.2.3.4

8.4.4.5 Kompresjonsforbindelser

Det vises til NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.2.3.5. Snittringskopling for stålrør skal være slik utført at det ikke dannes farlige bruddanvisninger.

8.5 SLANGER OG FLEKSIBLE RØRELEMENTER

Fleksible rørelementer, vibrasjonsdempere og ekspansjonsforbindelser skal være i samsvar med NS-EN 1736.

Slange eller fleksibelt rør må ikke spenningsbelastes over sin elastiske grense. Montasjen skal være i henhold til produsentens anvisninger.

For slanger og fleksible rørelementer i organisk materiale skal det påses at materialet er diffusjonsbestandig for det aktuelle mediet.

Merknad: HFK-medier har stor evne til å diffundere gjennom ulike plastmaterialer. Ofte vil belgrør i rustfritt stål være den riktige løsningen.

8.6 SPESEIELLE RØRFORBINDELSER

8.6.1 Tilslutning av måleinstrumenter, kontroll- og sikkerhetsautomatikk

Kobberrør bør ikke benyttes. Det vises ellers til NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.4.

8.6.2 Drenerings- og tømmeledninger

Det vises til NS-EN 378-2:2016, § 6.2.3.5.

8.7 MERKING AV RØR OG VENTILER

Rør og komponenter i anlegg som bygges på stedet ("in situ") skal være permanent merket for å identifisere innhold, formål/funksjon, strømningsretning mv. Merkingen skal være i form av merkebånd og/eller skilt etter anvisninger gitt i NS 832 "Fargemerking av rørsystemer for industrielle gasser" og NS 813 "Fargemerking for angivelse av innhold".

For øvrig vises til NS-EN 378-2:2016, § 6.4.2.3.

8.8 STYRKE- OG TETTHETSPRØVING AV ANLEGG

8.8.1 Generelt

Før et anlegg tas i bruk, skal følgende prøver/kontroller være utført:

- styrkeprøve
- tetthetsprøve
- prøve av trykkvakter
- ferdigkontroll (sluttkontroll) av hele anlegget, inkl. funksjonsprøve

Kravene til styrkeprøve og tetthetsprøve er beskrevet nedenfor. Ferdigkontroll er beskrevet i kapittel 12.

8.8.2 Styrkeprøve

8.8.2.1 Generelt

Styrkeprøve skal gjennomføres for å verifisere at komponenter og rørsystemer tåler de trykkene de maksimalt kan bli utsatt for.

8.8.2.2 Styrkeprøving av komponenter

Komponentene vil normalt være styrkeprøvd på forhånd. Komponenter som ikke er prøvd på forhånd må styrkeprøves individuelt i henhold til sine respektive komponentstandarder, eventuelt som beskrevet i NS-EN 378-2:2016, § 5.3.2.2. Vanlig prøvetrykk vil være 1.43 x PS og prøven utføres med væske (hydraulisk). Prøven kan eventuelt kombineres med styrkeprøve av rørsystemet.

8.8.2.3 Styrkeprøving av rørsystemer

Styrkeprøving av rørsystemer vil normalt foregå med gass (pneumatisk). Det bør benyttes en inertgass, for eksempel nitrogen eller CO₂. Andre kulde-medier skal ikke benyttes. Luft bør ikke benyttes av hensyn til mulig kondensdannelse. Oksygen må ikke benyttes.

Merknad: Blandinger av luft og enkelte HFK-medier er brennbare ved høyt trykk og må ikke benyttes for styrkeprøve. Gjelder også tetthetsprøving.

Det skal kunne dokumenteres at inngående komponenters beregningstrykk er lik eller høyere enn PS for anlegget/anleggsdelen som skal styrkeprøves. Beholdere og andre komponenter som CE-merket er allerede styrkeprøvd og behøver ikke inngå i prøven når rørsystemet styrkeprøves.

Alle rørskjøter og tilslutninger som ikke er prøvd for skal inngå i prøven. Av sikkerhetsmessige hensyn, kan det likevel tillates å utelate styrkeprøve av

sveis mellom (større) beholder og påmonterte ventiler, forutsatt at sveisene røntgenkontrolleres 100 %. For anlegg i risikokategori II eller høyere, må forholdet avklares med teknisk kontrollorgan.

Merknad: Det anbefales at beholdere bestilles fra produsent med ventiler påmontert så langt dette finnes praktisk mulig.

Styrkeprøve skal gjennomføres etter et på forhånd oppsatt program, som bl.a. skal omfatte:

- fastlegging av prøvetrykk
- beskrivelse av prøveutrustning
- fastlegging av risikoområde, hvor ingen har adgang under prøving
- skilting/avsperring av risikoområde
- senking av trykket til 3/4 av prøvetrykket straks prøven er utført

Eventuelle sikkerhetsventiler og sprengplater skal være demontert.

Det må påses at eventuelle stengeventiler mellom påfyllingspunktet og manometeret er åpne. Gassflaske skal være påmontert trykkreduksjonsventil med manometer, slik at anlegget ikke kan utsettes for ekstremt trykk ved uhell.

8.8.2.4 Prøvens omfang og innhold

Før styrkeprøven må det kontrolleres at alle komponenter og alt utstyr er av riktig trykkklasse og er korrekt montert. Det må også kontrolleres at eventuelt utstyr som ikke skal inngå i prøven er avstengt eller demontert. Dette gjelder bl.a. sikkerhetsventiler. Krav og betingelser for prøven er beskrevet i NS-EN 378-2:2016, § 6.3.2. Vanlig prøvetrykk vil være 1.1 x PS. For stålrør i risikokategori II eller høyere må i tillegg 10 % av sveisene røntgenkontrolleres.

Prøven kan eventuelt gjennomføres i trinn, etter hvert som anlegget ferdigstilles. Holdetiden bør være minst 30 minutter.

8.8.2.5 Risikoområde

Det skal etableres et risikoområde av tilstrekkelig utstrekning til at sannsynligheten for personskafe ved eventuell sprenging vurderes som svært lav. Området skal være tydelig markert med skilt, markeringsbånd e.l.

Det skal påses at det ikke finnes mennesker innenfor risikoområdet. Styrkeprøve av større anlegg bør utføres utenom normal arbeidstid.

8.8.2.6 Måling og avlesing

Det skal benyttes kalibrert manometer/trykkmåler. Manometeret/trykkmåleren skal være lett lesbar fra påfyllingsstedet. Trykket noteres ved slutten av holdetiden.

8.8.2.7 Inspeksjon og resultatvurdering

Etter at trykket er senket til 3/4 av prøvetrykket eller lavere, kan det som er prøvd inspiseres for mulig synbar skade. Dersom prøven avslører permanente deformasjoner eller andre svakheter, skal nødvendig utbedring foretas og ny styrkeprøve gjennomføres.

8.8.2.8 Kvalifikasjoner

Styrkeprøve skal utføres av ansvarlig person som er kvalifisert for slikt arbeid.

8.8.2.9 Dokumentasjon

Etter utført prøve, skal det utferdiges attest for styrkeprøve. Eksempel på utforming av attest er vist i Vedlegg 8.3. Attesten skal være signert av ansvarlig person.

8.8.3 Tetthetsprøve

8.8.3.1 Generelt

Etter at styrkeprøve er utført, og før vakuumering og påfylling av kuldemedium, skal alle anlegg tetthetsprøves med innvendig overtrykk. Trykket skal ikke være høyere enn tillatt maksimaltrykk (PS) for anlegget eller anleggsdelen som prøves. Ofte kan det være hensiktsmessig å utføre tetthetsprøven i forlengelsen av styrkeprøven, etter at trykket er redusert til tillatt maksimaltrykk eller lavere. Anvisninger for prøven er beskrevet i NS-EN 378-2:2016, § 6.3.3.

Alle rørforbindelser, tilslutninger for komponenter og armatur, spindelgjennomganger og andre mulige lekkasjepunkter skal kontrolleres nøye. Aktuelle prøvemethoder er såpevann, skumspray, elektronisk detektor, for ammoniakk også brennende svovelblomme, lakmuspapir eller fenoltalein.

Merknad 1: Ved bruk av såpevann kan det med fordel begynnes med et moderat trykk, for eksempel 3-5 bar, for først å ta eventuelle store lekkasjer. For å avsløre de minste lekkasjene, bør trykket økes opp mot tillatt maksimaltrykk.

Merknad 2: Utlekket mengde gass i forbindelse med utettheter øker tilnærmet proporsjonalt med trykket i anlegget.

Etter at de enkelte potensielle lekkasjepunktene er kontrollert, bør anlegget stå under trykk over så lang tid at en er sikker på at eventuelle ikke registrerte lekkasjer vil oppdages gjennom at trykket går ned. Prøvetiden er avhengig av anleggets størrelse, med 4 timer som anbefalt nedre grense. For store anlegg skal varigheten være minst 12 timer.

Merknad: Når det bare er gass i anlegget, vil trykket i et tett anlegg variere med temperaturen etter følgende formel:

$$p(t_1) = p(t_2) \cdot \frac{t_1 + 273}{t_2 + 273}$$

hvor: t - temperaturen i °C
p(t) - trykket i anlegget ved denne temperaturen

Hvis trykket for eksempel var målt til 15 bar ved 20°C lufttemperatur, vil det falle til 14.49 bar ved 10°C.

Eventuelle lekkasjer registreres og utbedres, og prosedyren gjentas inntil anlegget er tett.

8.8.3.2 Dokumentasjon

Når anlegget er tett, skal det utferdiges tetthetsprøveattest. Eksempel på utforming av attest er vist i Vedlegg 8.3. Attesten signeres av ansvarlig person.

8.9 VAKUUMERING, UTTØRKING OG VAKUUMPRØVING AV ANLEGG

8.9.1 Generelt

Før påfylling av kuldemedium skal all fuktighet, luft og eventuelle andre fremmedgasser fjernes og det skal kontrolleres at anlegget holder konstant vakuum over tid. Derved er en også sikret at anlegget er tørt. Vakuump prøven gir også den beste kontrollen på at anlegget er helt tett.

Dårlig vakuumering og uttørring er en viktig årsak til driftsforstyrrelser og havarier, særlig når kuldemediet ikke løser vann.

Molekyler under vakuum beveger seg

svært sakte i rørsystemet. Kun vakuumering er derfor en lite effektiv prosess for å fjerne fuktighet og bør benyttes bare for de aller minste anleggene. Dobbel- eller trippelvakuumering, hvor vakuum brytes med en inertgass (tørr nitrogen) anbefales for litt større anlegg. Vanndampmolekylene vil da føres effektivt ut sammen med nitrogenet og utgjøre en svært liten andel av restgassen ved avsluttet prosess.

Det skal ikke benyttes HFK for å bryte vakuum, unntatt ved siste trykksetting når anlegget skal gå med slikt medium.

8.9.2 Krav til vakuum

Kuldeanlegg og varmepumper skal vakuumeres til et sluttvakuum, målt på selve anlegget, som ikke er høyere enn 75 % av damptrykket for vann ved aktuell omgivelsestemperatur, jfr. Tabell 1 i Vedlegg 8.2, og som samtidig minst oppfyller krav som angitt i Tabell 2 i Vedlegg 8.2. Vedlegget viser også typiske eksempler på trykkutvikling etter vakuumering

8.9.3 Krav til vakuumeringsutstyret

Det skal benyttes vakuumpumpe med oppnåelig sluttvakuum som tilfredsstiller kravene gitt i tabellene i Vedlegg 8.2 med god margin. Pumpen skal være utstyrt med mulighet for gassballast for lufting av oljen.

Tilslutningsdimensjoner på pumpe og anlegg, samt vakuumslangens dimensjon, skal være i forhold til pumpens kapasitet. Mindre dimensjon enn 3/8" bør ikke benyttes. Slangen skal være så kort som mulig.

Vakuum skal måles med et egnet va-

kuummeter. Vakuummeteret skal ha tilstrekkelig nøyaktighet i det aktuelle området for sikker bestemmelse av vakuum. Det skal kalibreres minst en gang i året.

8.9.4 Prosedyre ved vakuumering og vakuumpørve

Vakuumering bør foretas før anlegget isoleres, da fritt vann i isolerte rør og beholdere kan være svært vanskelige å fjerne. Ved inngrep i anlegg er det svært viktig at fuktig luft ikke får tilgang til åpne systemdeler.

Vakuumering skal utføres ved høyest mulig omgivelsestemperatur, og alltid godt over frysepunktet. I noen tilfeller, som ved inngrep/ombygging i nedkjølt fryselager, må likevel vakuumering ved temperatur under frysepunktet aksepteres. Det er spesielt viktig at fuktig luft ikke får tilgang til kalde rør, hvor fuktigheten vil felles ut som fritt vann/rim.

Lekkasje i pakkboks kan gjøre det vanskelig å oppnå tilstrekkelig vakuum i anlegg med åpen kompressor. Kompressoren(e) kan da stenges ute ved vakuumering av resten av anlegget og vakuumeres for seg til slutt. Alternativt kan provisorisk tetning rundt akseltappen i form av plastisk materiale benyttes.

Vakuummeteret skal være plassert på selve anlegget, og i god avstand fra tilslutningsstussen for vakuumpumpen.

Oppnådd vakuum skal holdes, med vakuumpumpen frakoplet, i tilstrekkelig lang tid til at en er sikker på at anlegget er tørt og at det er tett. Nødvendig holdetid vil være sterkt avhengig av anleggets indre volum. For de minste anleggene kan 15 minutter være tilstrekkelig, mens flere timer vil kreves

for å avsløre en liten lekkasje i et stort (industrielt) anlegg.

Effektiv vakuumeringsprosedyre for større anlegg med mer enn 20 kg CO₂, HFK, HFO eller hydrokarbon kan være som følger:

1. Uttørring (med nitrogen) og vakuumering til 265 Pa (2000 micron) eller lavere. Vakuum holdes i minst 30 minutter
 2. Bryting med tørr nitrogen
 3. Ny vakuumering til godt under 265 Pa (2000 micron)
 4. Holding av vakuum i minst 6 timer. Resultatet godkjennes dersom trykket etter holdetiden ikke overstiger 265 Pa (2000 micron).
- Bryting med aktuelt kuldemedium

Mellomstore anlegg med mindre enn 20 kg fylling vakuumeres til godt under 265 Pa (2000 micron). Resultatet godkjennes dersom trykket etter holdetiden ikke overstiger 265 Pa (2000 micron). Bryting med aktuelt kuldemedium.

Tilsvarende prosedyre gjelder for de minste anleggene, som vakuumeres til godt under 65 Pa (500 micron). Resultatet godkjennes dersom trykket etter holdetiden ikke overstiger 65 Pa (500 micron). Bryting med aktuelt kuldemedium.

Anlegg med ammoniak skal vakuumeres til 530 Pa (4000 micron) eller lavere. Ammoniakanlegg med løselig olje (PAG-olje) skal vakuumeres etter samme prosedyre som for HFK.

Når vakuumpørve er gjennomført med tilfredsstillende resultat, skal det utføres vakuumattest. Eksempel på utforming av attest er vist i Vedlegg 8.3. Vakuumattesten skal signeres av

ansvarlig person. Små ferdigaggregater er unntatt fra kravet om attest.

8.10 PÅFYLLING AV KULDEMEDIUM

Det må påses at anlegget påfylles riktig type kuldemedium. Slange og slangekoplinger skal være i god stand.

Kuldemedieblandinger, utenom rene azeotroper, skal alltid fylles i væskefase for å unngå fraksjonering av blandingen. Ved fylling av kuldemedievæske skal dette skje på en slik måte at væskeslag ikke kan oppstå. På større ammoniakkanlegg bør fyllestussen være forsynt med tilbakeslagsventil.

Anleggene skal bare fylles opp til minste nødvendige mengde. Denne skal kunne registreres på hensiktsmessig måte, ved seglass i væskeledning, nivåglass e.l. Påfylt kuldemediemengde skal registreres og noteres i driftsjournalen.

Etter oppfylling, skal fyllestussen forsynes med blindhette og kuldemedieflasken/-beholderen skal blindes av.

9 SIKKERHETS- UTRUSTNING

9.1 FORMÅL

Sikkerhetsutrustningen på kuldeanlegg og varmepumper har som oppgave å forhindre at det oppstår fare ved feil på anlegget og ved unormale driftsforhold. Fare er i første rekke knyttet til brudd/sprenging og utstrømming av helse- eller miljøskadelig kuldemedium.

Brudd kan forårsakes av ekstreme trykk, utmatting, frostsprenging, væskeslag i kompressor osv. I tillegg kan høye temperaturer i kompressor og svikten- de smøring (av ulike årsaker) medføre kompressorhavari med tap av kuldemedium.

9.2 SIKKERHETSAUTOMATIKK

9.2.1 Trykkvakter (pressostater)

En trykkvakt stopper kompressoren dersom leveringstrykket blir for høyt (høytrykksvakt) eller sugetrykket for lavt (lavtrykksvakt). Trykkvakter kan være elektromekaniske eller elektroniske.

En trykkvakt kan ha automatisk eller manuell reset. Trykkvakt med automatisk reset benevnes trykkbegrenser. Trykkvakt med manuell reset benevnes trykkbryter. En trykkbryter som bare kan resettes ved hjelp av et verktøy benevnes sikkerhetstrykkbryter.

Trykkbrytere og sikkerhetstrykkbrytere skal være typegodkjent.

Det vises ellers til NS-EN 378-2:2016, § 6.2.5.2 og § 6.2.6.7.

9.2.2 Temperaturvakter

En temperaturvakt aktiverer en sikkerhetsfunksjon, for eksempel stopper kompressoren, dersom temperaturen som overvåkes blir for høy (for eksempel trykkørstemperatur, oljetemperatur) eller for lav (for eksempel temperaturen på kjølt væske). Temperaturvakter kan ha automatisk eller manuell resett som for trykkvakter (temperaturbegrenser, temperaturbryter).

Se også punkt 7.4.2.

9.2.3 Nivåvakter

Nivåvakt for høyt nivå skal være med manuell reset dersom gjentatt oppfylling kan medføre fare eller skade på anlegget, for eksempel væskeslag i kompressor. Elektronisk nivåvakt bør være av failsafe type.

9.2.4 Oljevakter

Oljevakt er en trykkvakt som stopper kompressoren ved for lavt oljetrykk. I oppstartfasen må vakten overstyres. Overstyringens varighet bør ikke overstige 60 sek.

9.2.5 Strømningsvakter

En strømningsvakt aktiverer en sikkerhetsfunksjon, for eksempel stopper kompressoren, dersom sirkulasjonen i overvåket rør eller kanal underskrider en minsteverdi, eller registrert strømming indikerer en feil, for eksempel at sikkerhetsventil blåser.

Strømningsvakt som beskytter mot forhold som kan medføre fare eller miljøskade, for eksempel frostsprenging av fordamperrør, skal være med manuell reset.

9.3 TRYKKAVLASTING OG TRYKKAVLASTINGSANORDNINGER

9.3.1 Generelt

Trykkavlastingsanordning skal hindre at anlegg eller anleggsdel kan sprenge som følge av for høyt trykk. Ekstreme trykk kan forårsakes av:

- mediets metningstrykk ved høy temperatur, ved CO₂ også oppvarming i overkritisk område
- sviktende kondensering av trykkgasen, ved CO₂ også sviktende trykkregulering ved transkritisk drift
- termisk ekspansjon av innestengt væske (stumfylling)

Høyt trykk kan dessuten oppstå i sekundærkrets ved eventuell lekkasje av kuldemedium i fordampere eller kondensator eller når avstengt komponent eller rør med kald kuldebærer varmes opp.

Trykkavlastingsanordning skal åpne for avblåsing når innstillingstrykket overskrides ut over angitt toleranse. Den kan avlaste til omgivelsene, internt til anleggsdel med lavere trykk, til et absorberende medium eller til en egen beholder (ved liten fyllingsmengde).

Ved avlastning til omgivelsene skal gassen normalt ledes ut av bygningen. Avblåsing til maskinrommet kan benyttes dersom fyllingen er for liten til at praktisk grenseverdi kan overskrides, jfr. Vedlegg 4.3. Maskinrommet må være godt ventilert og utstrømningen må rettes mot et område der personer normalt ikke oppholder seg.

Trykkavlastingen skal skje på en slik måte at fare for skade på personer, miljø og eiendom minimaliseres. Trykkavlastingsanordning kan være

utført som sikkerhetsventil, sprengplate eller smeltesikring¹. Sikkerhetsventil som avlastet internt benevnes gjerne overstrømningsventil. Bruk og dimensjonering av de ulike trykkavlastingsanordningene vil fremgå av etterfølgende tekst.

Avblåsingssystemet skal være dimensjonert slik at trykket i sikret komponent eller anlegg ikke overskrider tillatt maksimaltrykk under avblåsing med mer enn 10 %.

Dersom anlegget har sikkerhetsventil, skal anlegget være utstyrt med høytrykksbryter som stopper kompressoren før sikkerhetsventilen aktiveres.

Merknad: For krav og beregninger i tilknytning til trykkavlastingsanordninger vises til NS-EN 13136:2013 «Kuldeanlegg og varmepumper - Trykkavlastingsanordninger med tilhørende rørledninger – Beregningsmetoder».

9.3.2 Plassering og montering

Trykkavlastingsanordninger skal arrangeres som beskrevet i NS-EN 378-2:2016, § 6.2.6.6. Samlet trykkavlastingskapasitet kan deles på flere anordninger.

Intern avblåsing skal skje til et punkt over eventuelt væskeniå.

9.3.3 Indikering av avblåst gass, tiltak

Anlegg med mer enn 300 kg fylling skal ha montert indikator som viser om sikkerhetsventil har vært aktivert eller lekker, for eksempel oljefyllt væskelås med seglass i avblåsingsrøret. For

¹ Sprengplate og smeltesikring kan bare benyttes for spesielle formål, jfr. underkapittel 9.3.5 og 9.3.6.

større ammoniakkanlegg bør alarm aktiveres.

Når større utslipp av ammoniakk fra sikkerhetsventil kan være til fare eller stor ulempe for omgivelsene, skal kompressorene stoppes dersom blåsende sikkerhetsventil indikeres. Fortrinnsvis bør spenningen til maskinrommet brytes. Se også punkt 5.5.3.1.

Drift med aktivert intern sikkerhetsventil kan gi overoppheting av kompressor. Høytemperaturvakt for å hindre slik drift skal være med manuell reset (temperaturbryter). Dersom det benyttes elektronisk vakt, skal vakten være av failsafe type som bryter dersom vakten mister strømforsyningen eller signalet når øvre eller nedre grenseverdi.

9.3.4 Sikkerhetsventil

9.3.4.1 Bruksområde

Sikkerhetsventil kan brukes for eksternt og intern avblåsing, for gass, væske eller blanding av disse.

9.3.4.2 Krav til konstruksjon

Sikkerhetsventil kan åpne ved et gitt differansetrykk eller ved et fast trykk foran ventilen, uavhengig av trykket etter ventilen (baktrykket). Sikkerhetsventil som blåser eksternt er normalt av den førstnevnte typen. Ved overblåsing internt i anlegget, må det benyttes baktrykkuavhengig ventil. Dette kravet gjelder ikke for kompressorens innebygde sikkerhetsventil.

Merknad: Stadig flere kompressorer leveres med baktrykkuavhengig intern sikkerhetsventil.

Sikkerhetsventil skal stenge for avblåsing når trykket har kommet en gitt verdi under åpningstrykket.

Sikkerhetsventil skal være slik konstruert at den er fullt åpen ved et trykk som maksimalt tilsvarer 1.1 ganger trykket ved begynnende åpning. Den skal ikke kunne tvangsåpnes.

Sikkerhetsventil bør ikke være mye overdimensjonert da dette vil føre til støtvis avlastning og kreve unødvendig oppdimensjonering av avblåsingsledningen for å unngå for stort trykklfall, jfr. NS-EN 13136: 2013. Se også punkt 9.5.1.

9.3.4.3 Dimensjonering

Sikkerhetsventilens nødvendige strømningsareal ved gitt avblåsingskapasitet fastlegges av produsenten og finnes gjerne presentert i tabellform. Metode for dimensjonering er vist i NS-EN 13136:2013.

Ventilkapasiteten oppgis i kg/sek (eller annen enhet), som regel for luft. I noen tilfeller oppgis kapasiteten for aktuelle kuldemedier. Omregning mellom luft og aktuelt kuldemedium gjøres som vist i punkt 9.4.3.

Ved trykkavlastning internt i anlegget, kan lavt trykkforhold over ventilen medføre redusert kapasitet, som må korrigeres i forhold til oppgitte tabellverdier. Ventilleverandøren må konsulteres eller ventilens kapasitet regnes om som anvist i NS-EN 13136:2013.

9.3.4.4 Seriekopling av sprengplate og sikkerhetsventil

Sikkerhetsventiler kan være kilde til utslipp av kuldemedium. For å unngå lekkasje i utett ventil, kan sikkerhetsventil kombineres med sprengplate foran ventilen som beskrevet i NS-EN 378-2:2016, § 6.2.6.6.4. Sprengtrykket skal være likt sikkerhetsventilens åp-

ningstrykk. Sikkerhetsventilens kapasitet må økes med 10 %.

9.3.4.5 Merking

Sikkerhetsventil skal være merket med innstilt åpningstrykk. Merkingen kan være direkte på ventilen eller på en godt festet merkeplate. Minst en av følgende størrelser skal i tillegg være lett tilgjengelig, enten ved merking eller gjennom datablad fra produsent:

- avblåsingkapasitet, for eksempel som luftmengde per tidsenhet
- strømningskoeffisient og strømningsareal

Sikkerhetsventilens plombe skal være merket med produsentens kjennemerke eller merket til eventuelt godkjenningsorgan.

9.3.5 Sprengplate

9.3.5.1 Bruksområde

Sprengplate skal ikke benyttes som eneste trykkavlastingsanordning ved avblåsing til atmosfæren, men bare i serie med sikkerhetsventil som beskrevet i punkt 9.3.4.4.

Sprengplate alene kan benyttes ved avlasting internt eller til reservoar/beholder med kjent mottrykk. Sprengtrykket må korrigeres for trykket bak platen dersom dette avviker fra atmosfæretrykket.

9.3.5.2 Dimensjonering

Når anlegg eller del av anlegg beskyttes av sprengplate, skal nominelt sprengingstrykk ikke overstige tillatt maksimaltrykk.

Avblåsingkapasiteten for sprengplate skal være beregnet av produsenten. En tilsvarende beregningsmetode som for sikkerhetsventil benyttes, jfr. NS-EN

13136:2013. Kapasitetskorreksjon for eventuelt mottrykk bak sprengplaten utføres også som vist i standarden.

Sprengplaten kapasitet oppgis i kg/sek (eller annen enhet) for aktuelt kuldemedium eller for luft. Omregning til/fra aktuelt kuldemedium gjøres som vist i punkt 9.4.3.

9.3.5.3 Merking

Sprengplate skal være merket med kjennemerke for produsent, samt nominelt sprengingstrykk. Dessuten skal minst en av følgende størrelser være lett tilgjengelig, enten ved merking eller gjennom datablad fra produsent:

- avblåsingkapasitet, for eksempel som luftmengde per tidsenhet
- strømningskoeffisient og strømningsareal

Sprengplaten merking skal kunne avleses uten at platen må demonteres, og skal være utført på en slik måte at platens funksjon ikke påvirkes.

9.3.6 Smeltesikring

Smeltesikring er ikke lenger tillatt. Jfr. NS-EN-378-2:2016, § 6.2.6.6.3.

9.4 DIMENSJONERING AV TRYKKAVLASTINGSANORDNING

9.4.1 Dimensjoneringsgrunnlag

Trykkavlastingsanordning for gass skal være dimensjonert for en kapasitet tilsvarende

- utstrømmet gassmengde i forbindelse med intern eller ekstern varmetilførsel
- kompressoren(e)s maksimale gassleveranse

Varmekriteriet vil normalt komme til

anvendelse ved sikring av trykkbeholdere eller systemdeler på lavtrykksiden, samt beholdere på høytrykksiden når denne er sikret mot sviktende kondensatorfunksjon eller feil ved regulering av gasskjølertrykket i transkritiske CO₂-anlegg via intern sikkerhetsventil på kompressor.

Kompressorkriteriet benyttes ved beskyttelse av kompressoren. Det benyttes også ved generell sikring av høytrykksiden når denne beskyttes mot høyt gasstrykk fra kompressor ved hjelp av egen sikkerhetsventil.

Når det er hensiktsmessig å kombinere sikring mot høyt trykk ved varmetilførsel eller forårsaket av kompressor i én trykkavlastingsanordning, dimensjoneres denne for det tilfellet som gir den største gasstrømmen, jfr. punkt 9.4.2.

Ved sikring mot rent væskeovertrykk (stumfylling) vil det normalt være tilstrekkelig med en svært liten overstrømningsventil. Dersom væsken kan inneholde noe gass, må det tas hensyn til at ventilens kapasitet reduseres.

9.4.2 Beregningsmetoder

9.4.2.1 Sikring ved ekstern og intern varmetilførsel:

Trykkavlastingsanordningen skal ha tilstrekkelig kapasitet til at fordampet kuldemedium blåses av uten at trykket overstiger tillatt grenseverdi. Avblåst mengde ved ekstern varmetilførsel beregnes ved:

$$G_{s1} = \frac{Q}{r}, \text{ kg/s} \quad (\text{Lign. 9.1})$$

hvor:

G_{s1} - avblåst mengde, kg/s

Q - tilført varmeeffekt, W

r - kuldemediets fordampingsvarme ved 1.1 x trykkavlastingsanordningens åpningstrykk, J/kg

Ved ekstern varmetilførsel beregnes tilført varmeeffekt ved $Q = q \times A$, hvor:

Q - maksimal varmebelastning på flaten, W/m² (Settes lik 10000 W/m²)

A - samlet utvendig flate for systemdelen/beholderen som sikres, m²

Ved intern varmetilførsel sette Q lik varmeelementets maksimaleffekt, W. Dersom flere komponenter beskyttes ved hjelp av samme trykkavlastingsanordning ved varmetilførsel, skal varmebelastet areal settes lik summen av komponentenes overflater.

Merknad: For platevarmevekslere og varmevekslere mot luft regnes oppvarmet flate lik omhyllingsflaten for enheten.

Avblåst mengde CO₂ fra overkritisk område beregnes forenklet ved å benytte samme metode som ved fordampende væske og med fordampingsvarmen tatt ut ved 26 °C, jfr. NS-EN 13136:2013.

9.4.2.2 Sikring ved sviktende kondensering eller feil ved trykkregulering av gasskjøler

Ved sviktende kondensering eller feil ved trykkregulering av gasskjøler må anlegget sikres med en avblåsningskapasitet tilsvarende maksimal kompressorleveranse som beskrevet i NS-EN 13136:2013, § 6.3. Avblåst mengde beregnes ved:

$$G_{s2} = \frac{V_s \cdot \lambda \cdot \rho_g}{3600}, \text{ kg/s} \quad (\text{Lign. 9.2})$$

hvor:

G_{s2} - avblåst mengde, kg/s

V_s - kompressorens slagvolum, m³/h

λ - kompressorens leveringsgrad, -

ρ_g - suggassens tetthet, kg/m³

Suggassens tetthet (ρ_g) skal i utgangspunktet refereres til +10°C metningstemperatur på sugesiden. I to-trinnsanlegg skal beregningene utføres på høytrykkskompressoren. Ved høyere metningstemperatur skal aktuelt sugetrykk legges til grunn.

Ved lavtemperaturdrift, hvor det kan godtgjøres at drift ved sugetrykk tilsvarende +10°C metningstemperatur ikke er praktisk mulig, skal tettheten ved høyeste mulige sugetrykk for drift benyttes.

Dersom det er flere kompressorer i parallell, skal kapasiteten til den største kompressoren legges til grunn, forutsatt at alle kompressorene er utstyrt med egen høytrykksvakt. Ved felles trykkvakt skal samlet kompressorkapasitet legges til grunn.

Dersom kravene til sikring mot svikten- de kondensatorfunksjon eller feil ved trykkregulering av gasskjøler kan dekkes fullt ut ved hjelp av kompressorens innebygde sikkerhetsventil, bortfaller kravet om egen sikring for dette forholdet.

Merknad 1: Kompressorens interne sikkerhetsventil er ikke alltid baktrykksuavhengig. Den kan i så fall ikke benyttes for å sikre høytrykksiden.

Merknad 2: For at intern sikkerhetsventil på kompressoren skal kunne benyttes for å sikre høytrykksiden, må åpnings- trykket ikke være høyere enn tillatt maksimaltrykk for høytrykksiden.

9.4.2.3 Sikring mot ekspansjon av væske (stumfylling)

Sikkerhetsventil (overstrømningsventil) mot stumfylling skal være dimensjonert som vist i NS-EN 13136:2013, § 6.4. Ventilen skal normalt blåse internt til anleggsdel med lavere trykk. Ved maksimalt mottrykk skal ventilen åpne ved et trykk som ikke overstiger tillatt maksimaltrykk for røret eller komponenten med mer enn 10 %.

9.4.3 Omregning av kapasitet for trykkavlastingsanordning

Kapasiteten for trykkavlastingsanordninger angis ofte som gjennomstrømmet luftmengde i kg/s (eller annen enhet) ved aktuelle trykk- og temperaturforhold. Omregning fra nødvendig kapasitet i kg/s kuldemedium til kg/s luft gjøres ved:

$$G_{s,luft} = G_{s,R} \cdot \sqrt{\frac{M_{luft}}{M_R}}, \text{ kg luft/s}$$

(Lign. 9.3)

hvor:

M_{luft} - molvekt luft (29)

M_R - molvekt aktuelt kuldemedium (se Vedlegg 4.2)

Omregning av kapasitet fra ett kuldemedium R1 til et annet kuldemedium R2 gjøres tilsvarende ved:

$$G_s(R2) = G_s(R1) \cdot \sqrt{\frac{M_{R2}}{M_{R1}}}, \text{ kg R2/s}$$

(Lign. 9.4)

hvor:

$G_s(R1)$ - kapasitet i kg/s kuldemedium R1

$G_s(R2)$ - kapasitet i kg/s kuldemedium R2

M_{R1} - molvekt kuldemedium R1

M_{R2} - molvekt kuldemedium R2

Dersom aktuell utblåsningstemperatur avviker vesentlig fra temperaturen som

ligger til grunn for oppgitt kapasitet, må det korrigeres for dette:

$$G_s(T_{tabell}) = G_s(T_{aktuell}) \cdot \sqrt{\frac{T_{aktuell}}{T_{tabell}}}, \text{ kg/s}$$

(Lign. 9.5)

hvor:

T_{tabell} - absolutt temperatur som leverandørens kapasitetsdata refereres til, K

$T_{aktuell}$ - aktuell absolutt temperatur ved avblåsing, K

9.5 DIMENSJONERING AV RØRSYSTEMET FOR AVBLÅSING

9.5.1 Dimensjonerende avblåst mengde

Tilgjengelig sikkerhetsventil vil normalt ha større kapasitet enn beregnet behov, noe det må tas hensyn til ved dimensjonering av avblåsingssystemet. I følge NS-EN 13136:2013 skal følgende regel gjelde:

a) Dersom sikkerhetsventilens overkapasitet er mindre enn 25 %, kan dimensjonerende avblåst mengde settes lik beregnet avblåst mengde.

b) Dersom sikkerhetsventilens overkapasitet er lik eller større enn 25 %, settes dimensjonerende avblåst mengde lik sikkerhetsventilens kapasitet dividert med 1.25.

Merknad: En sikkerhetsventil som er for stor vil gå av/på under avblåsing. Et rørsystem har mindre gjennomsnittlig transportkapasitet ved pulserende strøm enn ved stabil strøm.

9.5.2 Vekselventil og tilslutningsrør fram til trykkavlastingsanordning

9.5.2.1 Generelt

Rørstuss for plassering av trykkavlastings-

anordning skal ha minst samme nominelle diameter som anordningen. Dette gjelder også for eventuell vekselventil eller plombert stengeventil foran anordningen. Strømningsarealet må ikke reduseres som følge av gjennomsvising e.l.

Samlet trykktap fra systemet/komponenten som sikres og fram til trykkavlastingsanordningen skal ikke overskride 3 % av anordningens åpningstrykk, med mindre produsenten kan dokumentere at anordningen kan fungere sikkert ved større trykktap.

Trykktap i vekselventil og tilslutningsrør skal fortrinnsvis beregnes som vist i NS-EN 13136:2013, §§ 7.4.2 og 7.4.3. Ved avblåsing til atmosfæren kan trykktapet alternativt beregnes som vist i punkt 9.5.2.2 og 9.5.2.3 nedenfor.

9.5.2.2 Alternativ beregning av trykktap i vekselventil/plombert stengeventil
Trykktap i vekselventil eller plombert stengeventil kan beregnes ved lign. 9.6:

$$\Delta p_{veksel} = \frac{13000}{\rho_g} \cdot \left(\frac{G_{s,dim}}{k_v} \right)^2, \text{ bar}$$

(Lign. 9.6)

hvor:

Δp - trykktapet over vekselventilen, bar

ρ_g - gassens tetthet, kg/m³

$G_{s,dim}$ - dimensjonerende avblåst mengde, kg/s

k_v - ventilens k_v -faktor²
(oppgis av leverandør)

9.5.2.3 Alternativ beregning av trykktap i tilslutningsrør

I tilslutningsrør for trykkavlastingsanordning vil det oppstå trykktap ved

² k_v -faktoren uttrykker gjennomstrømmet mengde vann i m³/h ved 1 bar trykkfall

innløpet til røret (innløpstap), i eventuelle bend og T-stykker (tap i enkeltmotstander) og som følge av rørfriksjon (friksjonstap).

Samlet trykktap kan beregnes ved hjelp av lign. 9.7 nedenfor:

$$\Delta p_{rør} = \frac{0.81 \cdot \Sigma \xi \cdot G_{s,dim}^2}{\rho_g \cdot d^4} \cdot 10^{-5}, \text{ bar} \quad (\text{Lign. 9.7})$$

hvor:

$\Sigma \xi$ - sum av tapskoeffisienter

d - indre rørdiameter, m

Tapskoeffisientene for de ulike motstandene summeres og tapet beregnes ved hjelp av ligningen. Følgende tapskoeffisienter antas:

Innløp: $\xi_{innløp} = 1.5$
 Bend (per stk): $\xi_{bend} = 0.3$
 T-stk (per stk): $\xi_{T-stk} = 1.2$
 Rett rør: $\xi_{rett} = \lambda L/d$

hvor:

λ - friksjonsfaktor

L - rørlengden, m

d - indre rørdiameter
 (faktisk mål, ikke DN), m

Friksjonsfaktoren λ kan settes lik 0.018 for kobberør og 0.025 for stålør.

Dersom det er montert sprengplate foran sikkerhetsventil, inkluderes denne med sin tapskoeffisient:

Sprengplate:

$x_{sprengplate} = 1.5$

Høyeste gasshastighet i tilslutningsrøret (ved utløpet) må være lavere enn kuldemediets lydshastighet, som beregnes ved:

$$a = \sqrt{\kappa \cdot \frac{R_u}{M} \cdot T}, \text{ m/s}$$

(Lign. 9.8)

hvor:

α - mediets lydshastighet, m/s

κ - mediets adiabateksponent, -
 (ca. 1.1 for HFK, ca. 1.3 for ammoniakk og CO₂)

R_u - den universelle gasskonstanten
 (= 8314 J/kmolK)

M - mediets molvekt, kg/kmol
 (jfr. Vedlegg 4.2)

T - mediets absolutte temperatur, K

9.5.3 Avblåsningsledning etter sikkerhetsventil

9.5.3.1 Generelt

Avblåsningsledning skal kunne ut på en slik måte at det ikke oppstår fare om gass eller væske strømmer ut. Det skal tas særlig hensyn til forholdene lokalt, hvordan dører, vinduer som kan åpnes, friskluftinntak, faste brannstiger mv. er plassert. Munningen skal være beskyttet mot regn, snø og forurensninger, uten at avblåsing hindres. Området rundt utløpet for avblåsningsledning fra anlegg med brennbart kuldemedium skal områdeklassifiseres.

Når avblåsing av CO₂ medfører dannelse av tørris, skal avblåsningsledningen være slik dimensjonert og montert at den ikke blokkeres. Den sikreste løsningen er å plassere sikkerhetsventilen i utløpet av ledningen.

Tilslutningsstuss på eventuell felles avblåsningsledning skal kunne stenges av når sikkerhetsventil er tatt bort.

Trykktap i avblåsningsledning etter sikkerhetsventil skal fortrinnsvis beregnes som vist i NS-EN 13136:2013, §§ 7.4.2 og 7.4.3.

Alternativt kan trykktapet beregnes forenklet som vist i punkt 9.5.3.2 nedenfor.

Avblåsingsledningen skal dimensjoneres slik at trykktapet ikke overstiger 10 % av sikkerhetsventilens åpningstrykk om ikke produsenten av ventilen tillater høyere trykktap. Ved bruk av baktrykksuavhengig sikkerhetsventil, kan trykktap på inntil 20 % av åpningstrykket aksepteres.

Høyeste gasshastighet i avløpsledningen skal være lavere enn kuldemediets lydshastighet.

9.5.3.2 Alternativ dimensjonering av avblåsingsrør

Avblåsingsledningens indre diameter kan alternativt beregnes (overslagsmessig) som vist nedenfor:

$$d_i = 100 \cdot \sqrt[5]{\frac{L_E \cdot G_{s,dim}^2}{M \cdot [(1 + \Delta p)^2 - 1]}} , \text{ mm} \quad (\text{Lign. 9.9})$$

hvor:

d_i - ledningens indre diameter, mm

$G_{s,dim}$ - dimensjonerende avblåstmengde, kg/s

L_E - ledningens ekvivalente lengde, m

M - kuldemediets molvekt, kg/kmol (jfr. Vedlegg 4.2)

Δp - dimensjonerende trykktap i avblåsingsledningen, bar

Ekvivalent rørlengde (L_E) tilsvarer den lengde rett rør som har samme trykktap som aktuelt røropplegg, med rettstrekk og eventuelle bend. Den kan beregnes overslagsmessig som:

$$L_E = L_v + (2 \cdot B) , \text{ m}$$

(Lign. 9.10)

hvor:

L_E - ekvivalent rørlengde, m

L_v - virkelig rørlengde, m

B - antall rørbend i avblåsingsledningen

Avblåsingsledningen skal ikke ha mindre indre diameter enn $d_{i,min} = 10 \text{ mm}$.

Beregningsmetoden i lign. 9.9 ovenfor er forenklet. Ved uttak av rør skal nærmeste standard dimensjon over beregnet verdi velges. For mer nøyaktig beregning vises til NS-EN 13136:2013.

Lign. 9.9 gjelder ikke dersom hastigheten når gassens lydshastighet i avblåsingsledningen. Beregnet diameter må derfor kontrolleres for dette. Dersom høyeste gasshastighet oppnås i utløpet av røret, kan rørdimensjonen kontrolleres ved hjelp av følgende ligning, som gir ca. 0.9 x lydshastigheten i rørutløpet:

$$d_{min} = 150 \cdot \sqrt{\frac{G_s}{\sqrt{M}}} , \text{ mm} \quad (\text{Lign. 9.11})$$

hvor:

d_{min} - diameter (mm) som gir ca.

0.9 ganger lydshastigheten i utløpet av avblåsingsledningen

Ved endelig valg av rørdimensjon, må største verdi av beregnet diameter i henhold til lign. 9.9 og 9.11 velges.

Dersom flere sikkerhetsventiler på samme anlegg er tilsluttet felles avblåsingsledning, skal fellesrøret dimensjoneres ut fra det av alternativene A og B nedenfor som gir størst gassmengde:

A: Summen av kapasiteten av alle sikkerhetsventilene for varmebelastning på høytrykksiden, eller summen av alle sikkerhetsventilene for varmebelastning på lavtrykksiden. Det som gir størst rørdimensjon benyttes. Dersom høytrykksiden er sikret ved overblåsing til lavtrykksiden, eller begge sider har samme sikringstrykk, skal total avblåst mengde fra anlegget legges til grunn.

B: Kompressorenes leverte gassmengde referert til +10°C metningstemperatur på sugesiden, eller til annen temperatur om det er aktuelt, jfr. punkt 9.4.2.2. Ved høytrykksvakt for hver kompressor skal leveransen fra den største kompressoren legges til grunn, hvis ikke skal samlet leveranse fra samtlige kompressorer benyttes.

Dersom flere sikkerhetsventiler er tilsluttet felles avblåsingsledning, fordeles disponibelt trykktap skjønnsmessig på fellesrøret og tilslutningsrørene fram til fellesrøret.

9.6 SIKRING AV KULDE- OG VARMEBÆRERKRETSE

Sekundærkretsene i kuldeanlegg og varmepumper skal være sikret som vist i NS-EN 378-2:2016, § 6.2.6.8.

9.7 UTSTYR FOR OVERVÅKING AV KULDEMEDIELEKKASJE

9.7.1 Overvåking av anleggsfyllingen
Utstyr som overvåker fyllingen automatisk skal være plassert slik at minkende fylling registreres på et tidligst mulig tidspunkt. Det skal være utformet slik at "falske signaler" ikke fører til alarm. (For eksempel midlertidig gassdannel-

se i væsken, nivåvariasjoner på grunn av naturlig fyllingsvandring i anlegget osv.).

Seglass i væskeledningen skal være plassert slik at væsken normalt er fri for flashdamp.

Ved registrering av nivå, bør væskespeilet ha minst mulig overflate. Utstyr for direkte avlesning skal være lett tilgjengelig.

9.7.2 Utstyr for deteksjon av kuldemedium i romluften

Utstyr for deteksjon av kuldemedium i romluften skal ha tilstrekkelig følsomhet til at forekommende lekkasjer kan avsløres. Om nødvendig skal det etableres prosedyre med periodevis avstenging av ventilasjonen for å oppdage mindre lekkasjer.

Merknad: En lekkasje på 0.25 kg per m³ romvolum og år vil tilsvare ca. 11 ppm kuldemediekonsentrasjon i avluften ved 2 luftvekslinger per time.

Utstyrets følsomhet og funksjon skal kontrolleres/kalibreres med egnet testmedium. For øvrig vises til underkapittel 5.5.

9.8 EKSTRA KRAV TIL AMMONIAKKANLEGG

For ekstra krav til ammoniakkanlegg vises til NS-EN 378-2:2016, Tillegg A.

10 MASKINROM

10.1 GENERELT

Avhengig av forholdene kan kuldeanlegg og varmepumper plasseres i egne kuldemaskinrom (forkortet maskinrom), i andre lokaliteter, i undertrykksventilert kabinett eller utendørs. NS-EN 378-3:2016, kapittel 4 omtaler alternativene og gir overordnede krav og anbefalinger.

Maskinrom skal benyttes dersom gasskonsentrasjonen kan overstige praktisk grense (jfr. Vedlegg 4.3) dersom hele kuldemediefyllingen lekker ut, og ellers når det er nødvendig av hensyn til sikkerheten og for å hindre adgang for uvedkommende. Et viktig formål er å hindre at kuldemedium spres til omliggende rom/arealer i forbindelse med eventuell lekkasje. Maskinrommet skal ha kun kuldeteknisk utrustning installert dersom en risikoanalyse tilsier at dette er nødvendig.

Maskinrom klassifiseres som ubemannet (ikke oppholdssted) når personer oppholder seg i rommet kun i forbindelse med ettersyn, service og vedlikehold av anlegg og utstyr. Dersom maskinrommet er bemannet i lengre perioder, for eksempel ved at det benyttes som verksted e.l., skal det klassifiseres som oppholdssted i klasse c, jfr. punkt 4.2.1.2, og kravene for oppholdsstedet gjelder.

Undertrykksventilert kabinett kan tjene som maskinrom for kompaktanlegg.

Dersom anlegget har brennbart eller giftig kuldemedium, stilles det særskilte krav til kabinettet når dette er plassert i oppholdsrom, jfr. NS-EN 378-2, § 6.2.15. Se også normens underkapittel 10.7.

10.2 FELLES KRAV TIL MASKINROM

10.2.1 Generelt

Maskinrom skal være spesielt tilpasset oppstilling av kuldeteknisk maskineri. Ved kuldemedium i sikkerhetsklasse A1 kan annen teknisk utrustning være plassert i rommet dersom dette ikke reduserer sikkerheten eller er til hinder for betjening av kuldeanlegget/varmepumpen.

I maskinrom for brennbare eller giftige medier A2L, A2, A3, B2L, skal det normalt kun være oppstilt utstyr som tilhører den kuldetekniske installasjonen. Det presiseres spesielt at forbrenningsmotorer, kjeler, luftkompressorer, ventilasjonsaggregater etc. ikke skal være installert i maskinrom for disse mediene.

Maskinrommet skal være ryddig og ikke brukes som lagerplass for annet enn kuldemaskinolje og annet som hører kuldeanlegget til.

Kuldemedium som lekker ut i maskinrommet skal ikke kunne trenge inn i tilgrensende rom, vestibuler, trappeoppganger osv. Kuldemedievæske skal hindres i å strømme ut av rommet. Sluk i golv skal normalt være tett.

Spredning av kuldemediegass skal hindres ved at maskinrommet bygges gasstett og holdes på undertrykk i for-

hold til omgivende lokaler. Dersom det ikke er montert oppsamlingsbasseng for kuldemedievæske under væskeholdige komponenter, skal dørtersklene være tilstrekkelig høye til at hele kuldemediefyllingen kan fanges opp inne i rommet.

Det vises ellers til NS-EN 378-3:2016, §§ 5.1-5.14 hvor det stilles en rekke generelle krav til maskinrom.

10.2.2 Bygningsmessige forhold

Maskinrom skal utgjøre egen branncelle, med brannmotstand minimum E60. Dette gjelder også dører. Alle gjennomføringer (kanaler, rør, kabling osv.) skal være tette/forseglet og med samme brannmotstand som rommet for øvrig.

Dører skal være tettsluttende, slå ut og forsynt med antipannikkbeslag.

For utfyllende informasjon vises til NS-EN 378-3:2016, § 5.12

10.2.3 Dimensjoner og tilgjengelighet

Det skal være god plass for installasjon av utstyr og komponenter, med tilstrekkelig rom for service, vedlikehold, drift og demontering. Avstanden mellom maskineri og vegg eller mellom aggregater/apparater bør være minst 60 cm. Større avstand kreves om leverandøren foreskriver dette eller det er nødvendig for tilkomst for service/vedlikehold. Det skal være minst 2.1 m høyde under utrustning som er montert over gangveier og eventuelle permanente arbeidsplasser. Det skal tas hensyn til det ekstra plassbehovet som kreves ved bruk av nødvendig verneutstyr.

Ved behov skal gangbaner og faste stiger være montert for å sikre god tilgang for betjening av ventiler etc. og

for generelt vedlikehold. Dette gjelder spesielt med hensyn til betjening av stengeventiler for seksjonering av anlegget i tilfelle (større) kuldemedielekkasje.

Dersom container e.l. tjener som maskinrom, kan kravene til avstand fravikes dersom tilgang for service og vedlikehold kan oppnås ved demontering av veggseksjoner eller ved spesielle dører/luker.

10.2.4 Rømning

Det skal være mulig å forlate maskinrommet raskt i tilfelle fare. Minst en utgang skal lede direkte til friluft eller til merket rømningsvei. Utganger bør være slik plassert at en slipper å passere lekkasjepunktet ved rømning. Dette er særlig viktig ved ammoniakk som kuldemedium. I store maskinrom med mye utstyr bør vei til nærmeste (nød) utgang være markert med selvlysende skilt eller markører langs gulvet.

10.2.5 Elektrisk utrustning

Det vises til underkapittel 5.6. Se også underkapittel 10.4 og 10.5.

10.2.6 Nødstop

Ekstern nødstoppbryter for kuldeanlegget skal normalt finnes på utsiden av maskinrommet i nærheten av maskinromsdøren. Annen plassering kan likevel velges dersom maskinrommet grenser direkte til offentlig tilgjengelig område. Hvor bryteren er plassert skal da fremgå av skilt ved døren. Tilsvarende bryter skal være plassert inne i rommet.

10.2.7 Belysning

Kuldmaskinrom skal være utstyrt med normal- og nødbelysning som beskrevet i NS-EN 378-3:2016, §§ 5.9 – 5.10. Nød-

belysningen skal aktiveres automatisk dersom normalbelysningen faller ut. Den skal være av tilstrekkelig styrke til at instrumenter kan betjenes og personell kan evakueres. Nødbelysningens strømforsyning skal være uavhengig av strømforsyningen til normalbelysningen og til kuldeanlegget/varmepumpen.

10.2.8 Gassdetektorer og alarmer

System for deteksjon av kuldemedium og alarm skal være installert i henhold til krav og retningslinjer i underkapittel 5.5. Gassalarmsystemet skal forsynes fra strømkilde som er uavhengig av forsyningen til kuldeanlegget/varmepumpen, fortrinnsvis akkumulator.

10.2.9 Brannsløkkeutstyr

Maskinrom skal være forsynt med bærbare brannsløkkingsapparater i passende omfang og av relevant type i forhold til type kuldemedium, sekundærmedium og isolasjon.

10.2.10 Varselmerking

Maskinrom skal være tydelig merket på utsiden med følgende informasjon:

- påskriften "Kuldemaskinrom"
- angivelse av hvilket/hvilke kuldemedier som er benyttet og samlet mengde av hver type
- varsel om eventuell helsefare eller eksplosjonsfare
- varsel om adgang forbudt for uvedkommende og forbud mot ukyndig betjening
- forbud mot røyking og åpen flamme

10.2.11 Oppslag

Maskinrommet skal være forsynt med godt synlige oppslag med

- anleggsleverandørens navn, vakttelefon og eventuell kontaktperson
- navn, telefonnummer og adresse til vakthavende driftsoperatør, lege/

- legevakt, politi og brannvesen
- oppslag med prosedyrer ved eventuell alarm
- varslings- og redningsplan (ved behov, eventuelt forkortet versjon)

Datablad med helsemessige opplysninger for aktuelt kuldemedium (kuldemedier), olje og eventuelle sekundærmedier skal være lett tilgjengelig.

For anlegg som krever CE-merking, skal CE-merket være oppslått på hensiktsmessig sted.

10.3 VENTILASJON

10.3.1 Generelt

Maskinrom skal ha mekanisk ventilasjon for normale forhold og nødsituasjoner, jfr. NS-EN 378-3:2016, § 5.13.

Ventilasjonen skal fortrinnsvis være utført som undertrykksventilasjon ¹ og skal normalt være i kontinuerlig drift. Ventilasjonssystemet for maskinrommet skal være uavhengig av andre ventilasjonssystemer i bygningen.

Feil ved ventilasjonssystemet skal aktivere alarm.

Det skal sørges for at tilført friskluft fordeles godt i rommet, uten blindsoner og uten kortslutning mellom inntak og avsug ². Utløpet skal vende bort fra bygningen på en slik måte at utventilering av kuldemediegass ikke medfører

¹ Undertrykket må ikke være større enn at dører lett kan åpnes

² Kanaler for fordeling av luften kan være nødvendig

ubehag eller fare. Tilstrekkelig avstand til friskluftinntak må alltid påaktes.

For kuldemedier som er tyngre enn luft, skal minst 50 % av avsugd luftmengde tas fra laveste punkt i maskinrommet og luftinntaket skal være plassert høyt. For kuldemedier som er lettere enn luft, skal avsuget være fra høyeste punkt og inntaket lavt.

10.3.2 Normal drift

Ventilasjonsmengden ved normal drift bør være minst to luftbytte per time for maskinrom som ikke er definert som oppholdsrom. Når maskinrommet benyttes som oppholdsrom (verksted e.l.) og ellers når det er i bruk, skal normalventilasjonen tilsvare minst fire luftbytte per time.

Merknad: Ved særlig lave utetemperaturer kan det være nødvendig å stoppe gunnventilasjonen for å unngå frysing om ikke friskluften forvarmes.

Dersom motorvarmen skal fjernes via ventilasjonen om sommeren, kan ventilasjonsbehovet øke til det mangedobbelte av normalventilasjonen. Det kan eventuelt overstige kravet til nødventilasjon (jfr. punkt 10.3.3) og bli dimensjonerende for viftekapasiteten.

10.3.3 Nødventilasjon

Nødventilasjonen skal aktiveres automatisk fra gassdetektor når gasskonsentrasjonen kommer over praktisk grenseverdi eller ved lavere konsentrasjon. Den skal forsynes fra en strømkilde som er uavhengig av forsyningen til kuldeanlegget/varmepumpen.

Viftekapasiteten skal minst være som beregnet etter metode i NS-EN 378-3:2016, § 5.13.4, eller som vist grafisk i

Vedlegg 10.1. Det skal likevel ikke være påkrevd med mer enn 15 luftvekslinger i timen.

Ved kompakte anlegg kan ventilasjonsmengden beregnet etter formel/diagram bli svært liten, både i forhold til behovet for å ventilere ut kulde-medium etter lekkasje og for å fjerne motorvarme fra åpne kompressorer om sommeren³. For slike anlegg blir gjerne fjerning av motorvarme dimensjonerende for ventilasjonssystemet. Nødventilasjon bør normalt ikke utgjøre mindre enn 8-10 luftbytte i timen.

Det kan med fordel benyttes turtallsregulert vifte for å dekke både normal- og nødventilasjon.

Viftene for nødventilasjonen skal kunne slås på og av både inne fra maskinrommet og fra utsiden. Dersom maskinrommet er helt eller delvis under bakkenivå, skal bryteren utenfor maskinrommet være i første etasje.

Dersom gasskonsentrasjonen kan overstige praktisk grense ved større kuldemedielekkasje, skal nødventilasjonen starte automatisk på signal fra gassdetektor.

10.4 SPESIELLE KRAV TIL MASKINROM FOR AMMONIAKKANLEGG

10.4.1 Generelt

Ammoniakkmaskinrom skal oppfylle de generelle kravene til maskinrom i underkapitlene 10.1 - 10.3. I tillegg gjelder spesielle krav som beskrevet i NS-EN 378-3:2016, § 5.14, § 8.4 og §

³ I slike tilfeller må (nød)ventilasjonsbehovet vurderes spesielt

9.3.3. Standardens krav til nødventilasjonssystemet og til strømforsyningen presiseres spesielt:

- Vifte og viftemotor for nødventilasjonen skal være godkjent for transport av potensielt brennbar ammoniakkholdig luft (sone 2). Alternativt kan motoren være plassert utenfor luftstrømmen. Viften skal startes automatisk på signal fra gassdetektor, jfr. punkt 5.5.3.3
- Viften skal være plassert sugende i forhold til ventilasjonskanal innvendig i bygning, slik at kanalen ikke settes under trykk. Den skal ikke danne gnister ved eventuell kontakt med kanalmaterialiet.
- Ved høy gassalarm skal maskinrommet legges spenningsløst, utenom nødventilasjon, nødbelysning og gassdeteksjons-/alarmsystem. Spenningen skal brytes også til eventuelt utstyr som ikke hører til kuldeanlegget.

Alt utstyr som skal være i drift etter større ammoniakklekkasje skal være egnet for drift i potensielt brennbar atmosfære (sone 2) og forsynt fra uavhengig strømkilde. Gassdeteksjons-/alarmsystem bør fortrinnsvis forsynes via akkumulator.

Avsug et skal være fra opp under taket, mest mulig diagonalt i forhold til friskluftinntaket, som skal være plassert lavt. I store maskinrom kan det være behov for flere avsug, hvor ett med fordel kan plasseres over kompressoren(e).

Utblåsing skal være over tak i god avstand fra luftinntak for ventilasjonsanlegg etc. Hastigheten bør være høy og retningen vertikalt opp slik at det

oppnås best mulig spredning. Jethette kan med fordel benyttes.

10.4.2 Nødbryter for driftsstrømmen til maskinrommet

Det skal i tillegg til ordinær nødstoppbryter være installert bryter(e) for å bryte all spenning til maskinrommet, utenom nødventilasjon, nødbelysning og gassdeteksjon/alarm. Bryteren plasseres i nærheten av ordinær nødstoppbryter, jfr. punkt 10.2.6.

10.4.3 Vannspray

Vann må ikke sprayeres på ammoniakk væske ved (store) væskelekkasjer, da dette vil føre til kraftig økning i avkølingen av ammoniakk med økt fare for at mennesker kan skades. Den fuktige ammoniakkatmosfæren som dannes kan dessuten være ødeleggende for elektroniske og elektriske komponenter.

Ammoniakkmaskinrom skal normalt ikke ha sprinkler montert, jfr. NS-EN 378-3:2016, § 5.14.3.3. Sprinkler mot brann kan likevel installeres dersom den er sikret mot å løse ut automatisk ved ammoniakklekkasje og tilfredsstillende krav som angitt i standarden. Eventuell manuell bryter må være tydelig merket med advarsel mot å aktivere sprinkleren ved lekkasje av ammoniakk væske.

Vannsystem for manuell spraying eller vannskjerm for å slå ned ammoniakk gass ved ren gasslekkasje kan benyttes. Ved absorpsjon av ammoniakk i vann, må det tas nødvendige forholdsregler slik at forurenset vann kan avhendes på en sikker måte. Ammoniakkforurenset vann skal ikke føres til sluk eller tømmer i terrenget utenfor maskinrommet, men leveres til mottak for spesialavfall.

10.4.4 Oppsamlingsbasseng

Maskinrommet skal være sikret mot at ammoniakk væske kan strømme ut av rommet ved (større) væskelekkasje. Eventuelt behov for egne oppsamlingskar under væskeholdige komponenter eller felles for hele maskinrommet skal vurderes i risikoanalysen. Avløp fra basseng og sluk i golv skal normalt være stengt.

10.4.5 Nøddusj

Det skal finnes øyedusj i alle ammoniakkmaskinrom. For anlegg med mer enn 1000 kg fylling, skal det være tilgang til nærliggende (nød)usj. Dusjvannet skal være temperert for å unngå temperatursjokk.

10.4.6 Varmer flater

Det skal ikke finnes utstyr med høyere utvendig temperatur enn ca. 530 °C i maskinrommet (100 K under selvantennelsestemperaturen).

10.5 SPESIELLE MASKINROMSKRAV VED BRENNBARE KULDEMEDIER I KLASSE A2L, A2 OG A3

10.5.1 Generelt

Kravene i kapittel 10.1 - 10.3 gjelder også for maskinrom for anlegg med brennbare medier i klasse A2L, A2 og A3.

Dørene til maskinrommet skal være selvslukkende.

For mindre anlegg/aggregater kan det være rasjonelt å utforme maskinrommet som undertrykksventilert kabinet, jfr. underkapittel 10.6.

10.5.2 Plassering

Maskinrommet skal fortrinnsvis være på bakkenivå.

10.5.3 Soneklassifisering

Maskinrommet skal være vurdert med hensyn på brann/eksplosjonsfare og områdeklassifisert i samsvar med NEK EN 60079-10-1. Aktuell(e) sone(r) må fastlegges av kvalifisert personell.

Utstyret skal være egnet for bruk i aktuelt område. For medier i klasse A2L vil det være tilstrekkelig at maskinrommet legges spenningsløst når kuldemediekonsentrasjonen når høyst 25% av nedre brennbarhetsgrense. Utstyr som skal være i virksomhet ved høyere gasskonsentrasjon skal være egnet for drift i eksplosjonsfarlig område ⁴.

10.5.4 Nødventilasjon

Viften skal startes automatisk ved en gasskonsentrasjon som ikke er høyere enn 20 % av nedre eksplosjonsgrense (LFL). For øvrig gjelder tilsvarende krav som til ventilasjon av ammoniakkmaskinrom, jfr. punkt 10.4.1.

De fleste brennbare medier er tyngre enn luft og det må tas spesielt hensyn til at gass kan samles ved golvet ved lekkasje. En del av avtrekket skal være fra golvnivå, jfr. punkt 10.3.1.

Avtrekkskanalen skal være i ikke-brennbart materiale og lede ut i det fri på en betryggende måte.

10.5.5 Avlastingsflate

Dersom maskinrommet er definert som eksplosjonsfarlig område (jfr. punkt 10.5.3), skal rommet ha trykkavlastingsflate, for eksempel lett utblåsbar vegg eller tak. Avhengig av forholdene bør behovet for avlastingsflate vurderes selv om LFL ikke kan oppnås.

⁴ For anlegg med A2L-medier gjelder samme krav som til ammoniakkanlegg, jfr. punkt 10.4.1

10.5.6 Beskyttelse mot stikkflammer

Det skal være montert en skjerm i ikke brennbart materiale mellom aggregater for å beskytte mot stikkflammer. Skjermen kan sløyfes dersom avstanden mellom aggregatene er minst 1.5 m.

Elektrisk utstyr som kan gi gnist skal være plassert i god avstand fra potensielle lekkasjepunkter (akselgjennomføringer, flenser, ventilspindler etc.).

10.5.7 Sikring mot høye temperaturer

Det skal ikke finnes utstyr med forbrenning i maskinrommet. Høyeste overflattetemperatur på utstyr skal være minst 100 K lavere enn antennelsestemperaturen for aktuelt medium i blanding med luft.

10.5.8 Kuldemedieflasker o.l.

Flasker og løse beholdere med brannfarlig kuldemedium eller andre brennbare materialer skal ikke oppbevares i maskinrommet.

10.5.9 Elektrisk installasjon

Elektrisk installasjon i maskinrommet skal være tilpasset aktuell soneklassifisering og tilhørende krav. Utrustning i maskinrommet skal være jordet slik at jordpotensialet er det samme over alt. For A2L-medier gjelder egne regler, jfr. punkt 10.5.3.

10.5.10 Slokkeanlegg

Fast slokkeanlegg (sprinkler) bør finnes i maskinrom for A2-, A2L- og A3-medier.

10.6 UNDERTRYKKSVENTILERT KABINETT SOM MASKINROM

10.6.1 Generelt

Undertrykksventilert kabinett kan være hensiktsmessig for aggregater som ikke

er egnet for plassering direkte i vanlig rom og hvor eget maskinrom av praktiske eller økonomiske årsaker ikke er rasjonelt.

Løsningen er særlig aktuell ved bruk av brennbare kuldemedier i klasse A2L, A2 og A3 og for kompakte ammoniakkanlegg. Kravene i den videre teksten er tilpasset brennbart medium. Det vises ellers til NS-EN 378-3:2016, § 4.6.

Ved brennbare medier klassifiseres containerens indre som sone 2.

Styrepanel og elektrisk utrustning som kan danne gnist plasseres så langt som mulig på utsiden av containeren.

10.6.2 Plassering

Undertrykksventilert kabinett kan plasseres innendørs i oppholdsrom forutsatt at praktisk grenseverdi ikke kan oppnås om hele fyllingen tilføres rommet. Den er ellers særlig godt egnet for plassering utendørs, også på tak. Ved plassering på bakkenivå, må den være godt sikret mot adgang for uvedkommende. Vern mot påkjørsel bør vurderes ved plassering i trafikkert område. Ved plassering på tak må det påses at kuldemedium ikke kan tilføres ventilasjonsinntak, trappenedganger, taknedløp o.l.

10.6.3 Ventilasjon

Kabinettet skal holdes på et undertrykk på minst 20 Pa ved hjelp av separat mekanisk ventilasjon, beregnet for transport av potensielt brennbar atmosfære. Ventilasjonen skal være i kontinuerlig drift. Kapasiteten må vurderes ut fra anleggets oppbygging og fyllingsmengde, jfr. NS-EN 378-2:2016, § 6.2.15.

Ventilasjonen skal være utstyrt med

strømningsvakt. Feil skal generere alarm og bryte strømtilførselen til anlegget. Mulig tilbakestrømning til rommet ved stans i ventilasjonen skal forhindres.

Ved innendørs plassering skal kabinettet være tilknyttet en ventilasjonskanal som spesifisert av leverandøren. Kanalen skal være jordet. Den skal ikke være lengre og ikke inneholde flere bend etc. enn hva leverandøren av anlegget eller utstyret tillater. Avkastluften skal gå til det fri eller til et rom som er stort nok til at praktisk grenseverdi ikke kan overstiges.

Kanal til det fri skal munne ut på et sikkert sted, i god avstand fra friskluftinntak.

10.6.4 Gassdeteksjon og alarm

Undertrykksventilert kabinett i tillegg til kontinuerlig ventilasjon være forsynt med gassdetektor som bryter strømmen til anlegget, unntatt vifte, strømningsvakt og alarmsystem, ved en gasskonsentrasjon på maksimalt 20 % av LFL, og gir alarm.

10.6.5 Andre krav

Kabinettet skal være laget av ikke brennbart materiale og skal minimum være av tetthetsklasse IP 20.

Området rundt utløp for avblåsningsledning fra sikkerhetsventil og for ventilasjonskanal skal soneklassifiseres som eksplosjonsfarlig område (sone 2)

For øvrig gjelder tilsvarende krav som til ordinære maskinrom så langt de passer.

11 MERKING OG DOKUMENTASJON

11.1 GENERELT

Merking og dokumentasjon skal vise at anlegg og komponenter er egnet og beregnet for formålet og at de oppfyller kravene i regelverket. Dette kapitlet gir en samlet oversikt over merke- og dokumentasjonskravene.

Den mest sentrale dokumentasjonen skal finnes på/ved anlegget, annet skal være tilgjengelig fra produsent i minimum 10 år. Anlegget skal ikke settes i ordinær drift før all nødvendig dokumentasjon er fremskaffet. Prøvedrift kan tillates.

I tillegg til dokumentasjon som listet opp nedenfor, skal komponenter, utstyr og anlegg være forsynt med fylldig teknisk dokumentasjon knyttet til bruken (driftsinstrukser, bruksanvisninger), som sikrer at utstyret blir anvendt på en sikker og funksjonell måte.

Leverandør er ansvarlig for at den dokumentasjonen som skal følge leveransen er tilgjengelig ved overleveringen. Han skal stille opp oversikt over hvilke dokumenter som leveres med anlegget og hvilke som kan skaffes fra produsent.

Eier/bruker er ansvarlig for at overleverte dokumenter oppbevares forsvarlig og at de er tilgjengelige ved behov. Dokumentene skal følge anlegget ved eventuell overdragelse til ny eier. Eier/bruker er også ansvarlig for at journaler etc. knyttet til anleggets drift føres i henhold til normen.

11.2 ANLEGG OG ANLEGGSDELER

11.2.1 Selve anlegget

Anlegg og aggregater skal være CE-merket som beskrevet i underkapittel 2.4. Det vises også til punkt 3.3.4.7 og underkapittel 3.5. Øvrig merking skal være som angitt i punkt 5.11. Merkingen skal være godt synlig.

Småanlegg som sorterer under NS-EN 60335-2-24, NS-EN 60335-2-40, NS-EN 60335-2-89 oppfyller per definisjon merkekravene.

Sertifikater, attester, kontrollrapporter mv. som kreves i henhold til norsk regelverk og kulde- og varmepumpenormen skal leveres med anlegget eller være tilgjengelig, jfr. forskrift om håndtering av farlig stoff, § 13. Dette kan omfatte:

- dokumentasjon på utført konstruksjonskontroll, produksjonskontroll, funksjonskontroll og ferdigkontroll, eventuelt med underliggende attester og beviser:
- dokumentasjon av anvendte materialer/materialsertifikater
- sertifikater for sveisere, loddere og personell som utfører ikke-destruktiv testing av trykkpåkjent utstyr
- attester fra styrkeprøve, tetthetsprøve og vakuumpøve
- montasjeattest(er)
- rapport fra eventuell driftsprøve/overleveringsprøve

For anlegg under trykkforskriften danner ovenfor nevnte dokumentasjon (unntatt rapport fra driftsprøve) grunnlag for produsentens erklæring av samsvar med trykkforskriften og for samsvarssertifikatet som utstedes av det tekniske kontrollorganet (TK). (Gjelder ved anlegg i

risikokategori II eller høyere).

Tilsvarende dokumentasjon av samsvar og bistand fra TK kreves også ved anlegg under forskrift om håndtering av farlig stoff dersom risikopotensialet er høyt (jfr. punkt 3.3.1).

Kontrollrapporter og attester mv. skal være undertegnet av den ansvarlige personen som utførte inspeksjonen, prøven eller kontrollen. Montasjeattest skal være undertegnet av utførende montør(er) eller ansvarlig montasjeleder.

11.2.2 Komponenter og utstyr

Trykkpåkjennte komponenter og utstyr markedsført etter 29.05.2002 skal være CE-merket og vedlagt samsvarserklæring.

Underliggende dokumentasjon for samsvarserklæring og CE-merke vil normalt ikke følge med ved kjøp at CE-merket utstyr. Det anbefales likevel at sentral-dokumentasjonen, så som tegninger, materialspesifikasjoner/materialsertifikater osv., skaffes til veie for utstyr med lang teknisk levetid og hvor gjenbruk kan være aktuelt (trykkbeholdere, større varmevekslere osv.)

Kravene til merking og dokumentasjon for øvrig finnes i kapitlene hvor de respektive komponentene er omtalt:

- kompressorer, punkt 7.7.10
- trykkbeholdere, punkt 7.8.5
- fordampere, punkt 7.10.6
- kondensatorer, punkt 7.11.5
- kuldemediepumper, punkt 7.12.2
- kuldemedieflasker, punkt 7.9.6
- elektromotorer, punkt 7.13.2

Annet nytt trykkpåkjent utstyr skal være CE-merket og forsynt med skilt med

relevant teknisk informasjon. Samsvarserklæring skal følge med.

For brukt armatur og utstyr som brukes om igjen skal det være tilgjengelig informasjon som viser at vedkomme-nde komponent minst tåler det trykk og den temperatur den kan bli utsatt for og at den er beregnet for aktuelt kuldemedium. For trykkbeholdere skal beregningstrykket og prøvetrykket fremgå.

11.2.3 Rørsystemet

For rør og ventiler gjelder merking med hensyn på innhold og funksjon som beskrevet i 8.7.

Rørsystemet skal minimum være dokumentert gjennom prinsipielt rørskjema med rørmateriale og rørdimensjoner påført (flytskjema). For større anlegg skal komplett prosess- og instrumentdiagram (PID) foreligge. Skjemaer skal være tegnet i samsvar med NS-EN 1861.

For litt større/komplekse anlegg skal flytskjema være oppslått ved anlegget, jfr. NS-EN 378-2:2016, § 6.4.3.4. Stenge- og kontrollanordningene skal være identifisert på skjemaet.

11.3 DOKUMENTASJON I FORBINDELSE MED OVERLEVERING AV ANLEGG

Det skal foreligge overleveringsrapport som inneholder resultatene fra overleveringsprøve, dersom slik prøve er foretatt (jfr. kapittel 13).

Dersom formell overleveringsprøve ikke finner sted, skal rapporten dokumentere anleggets mest sentrale driftsdata fra driftsprøve, som er foretatt etter at

alt utstyr er innregulert og anlegget er kommet i regulær drift.

Overleveringsrapporten/protokollen skal være undertegnet av ansvarlige representanter for henholdsvis leverandør og kjøper.

11.4 INSTRUKSJONSBOK, MASKINKORT OG LOGGBOK

Ved leveranse av anlegg skal det følge med lettfattelig instruksjonsbok/driftsinstruks i tilstrekkelig antall. Den skal beskrive hvordan anlegg og komponenter fungerer og gi anvisninger for betjening, vedlikehold og kontroll. Generelle sikkerhetsregler, samt forholdsregler ved eventuelt havari eller større lekkasje skal fremgå.

Instruksjonsbokens omfang skal være tilpasset anleggets kompleksitet og automatiseringsgrad. For detaljer vises til NS-EN 378-2:2016, § 6.4.3.2.

Instruksjonsbok/driftsinstruks skal være skrevet på norsk.

For hvert anlegg skal det finnes maskinkort festet til anlegget eller oppbevart i nærheten av anlegget og slik plassert at det er lett å ta fram. Kortet skal inneholde nøkkelinformasjon om anlegget og driften av det, og være tilpasset det aktuelle anlegget. Eksempel på aktuell informasjon fremgår av NS-EN 378-2:2016, § 6.4.3.3. Maskinkortet skal være godt beskyttet mot tilsmussing og skade.

Anlegg med mer enn 3 kg fylling skal være forsynt med loggbok, jfr. underkappittel 14.6.

12 FERDIGKONTROLL OG OPPSTART

12.1 GENERELT

Før anlegget settes i drift, skal det være gjennomført ferdigkontroll (sluttkontroll). Ferdigkontrollen skal verifisere at anlegget er bygget og utrustet i henhold til foreliggende tegninger og beskrivelser, og at kravene i offentlig regelverk og anvendte standarder er oppfylt. Ferdigkontroll skal også utføres etter større ombygginger/reparasjoner, i forbindelse med utviding eller flytting av anlegg osv.

Kontrollen utføres i utgangspunktet som internkontroll av kvalifisert, ansvarlig person, som også signerer attest for utført kontroll. Representant for teknisk kontrollorgan (TK) vil eventuelt delta ved ferdigkontroll av anlegg i risikokategori II eller høyere etter trykkforskriften¹. Det samme kreves for anlegg med høyt risikopotensiale (jfr. punkt 3.3.1) under forskrift om håndtering av farlig stoff (jfr. forskriftens § 9).

Ferdigkontrollen legger grunnlaget for samsvarssertifikatet som TK utsteder.

Ferdigkontroll av verksted/fabrikk-montert aggregat foretas på produksjonsstedet. Når kuldeanlegget eller varmepumpen er bygget opp omkring CE-merket ferdigaggregat fra produsent, unntas selve aggregatet fra ferdigkontrollen på stedet.

¹ Hvorvidt TK deltar (på stikkprøvebasis), vil avhenge av aktuell prosedyre (modul) for samsvarsvurderingen

Deler av kontrollen må utføres under byggingen, for eksempel kontroll av komponenter og rør som skal isoleres, trykkprøving av seksjoner osv.

Eventuelle feil eller mangler som avdekkes, skal utbedres så raskt som mulig og ny kontroll gjennomføres.

Kuldeanlegg og varmepumper skal ikke settes i ordinær drift før ferdigkontrollen er gjennomført og godkjent². For anlegg hvor dette kreves, skal CE-merke være påsatt og samsvarserklæring/samsvarssertifikat utstedt.

Detaljert angivelse av kontrollpunkter i ferdigkontrollen er gitt i NS-EN 378-2:2016, § 6.3.4. Alternativ beskrivelse er gitt i punktene 12.2 - 12.4 nedenfor.

12.2 KONTROLLPUNKTER

Ferdigkontrollen skal omfatte en generell visuell kontroll, samt detaljert kontroll/verifikasjon av hovedkomponentene, sammenstillingen, sikkerhetsutstyret, rørsystemet, samt merking og dokumentasjon. Kontrollen skal også omfatte sekundære sikkerhetssystemer, så som gassdeteksjons- og alarm-systemer, nødventilasjon osv.

12.2.1 Generell visuell inspeksjon

Anlegget skal inspiseres visuelt etter tegn på skade eller mangler. Kontrollpunktene vil variere med anleggstype og størrelse. Typiske kontrollelementer vil være at:

- utstyr og komponenter ikke har transportskade eller annen skade

² Prøvedrift kan tillates før dokumentkontrollen er sluttført

- anlegg og utstyr er beskyttet mot mulig skadelig ytre påvirkning
- alle foreskrevne skilt, oppslag og instruksjoner er på plass
- anlegget for øvrig er i samsvar med god kuldeteknisk praksis

12.2.2 Kontroll av (hoved)komponenter og sammenstilling

Det skal kontrolleres og verifiseres at komponentene er sammenstilt på en slik måte at anlegget vil være sikkert og funksjonelt i drift. Kontrollen skal minimum omfatte verifikasjon av at:

- (hoved)komponentene er som spesifisert i beskrivelse/på tegning
- anlegget er sammenstilt i samsvar med beskrivelser, tegninger og kuldetekniske og elektriske skjemaer
- komponenter og utstyr m.v. er korrekt plassert og opplagret
- opprettingen mellom kompressorer, vifter, pumper osv. og tilhørende motorer er korrekt
- plassering og innmontering av ventiler og annen armatur er hensiktsmessig
- det er god adkomst til betjeningsorganer (ventiler, hendler, brytere osv.) og for service/vedlikehold
- roterende deler er godt skjermet
- stativer og understøttelser er tilfredsstillende

12.2.3 Kontroll av sikkerhetsutstyret

Det skal kontrolleres at anlegget er forsynt med nødvendig sikkerhetsutrustning, at utstyret er av riktig type, riktig montert og med korrekt settpunkt. Kontrollen skal omfatte:

- trykkavlastingsanordninger
- trykk- og temperaturvakter
- nivå- og strømningsvakter
- nødstop (kompressorer, vifter, eventuelle andre motorer)

- eventuell annen sikkerhetsrelatert utrustning
- dokumentasjonen av utstyret

Kontroll av sikkerhetsutrustningens funksjon (utenom trykkavlastingsanordningene) skal utføres i forbindelse med oppstart av anlegget, jfr. punkt 12.5.2.

12.2.4 Kontroll av rørsystemet

Det skal kontrolleres at rørsystemet er lagt opp på en sikker og hensiktsmessig måte og at rørføring, sammenføyninger og opplagring er i samsvar med tegninger, spesifikasjoner og anvendte standarder/normer. Kontrollen skal minimum omfatte:

- generell vurdering av kvaliteten på utført rørmontasje
- rørmateriale og dimensjoner
- opplagring og klamring
- rørskjøter og tilkoplinger til utstyr (type skjøter/tilslutninger, kvalitet på utført arbeid)
- isolasjon og fuktsperre
- rørgjennomføringer
- rørsystemets fleksibilitet med hensyn til vibrasjoner og temperaturutvidelse/kontraksjon

Det skal også kontrolleres at all armatur og alt tilknyttet utstyr er korrekt montert, både ut fra sikkerhets- og funksjonssynspunkt.

12.2.5 Kontroll av kuldemedium og olje

Det skal kontrolleres at korrekt type kuldemedium er fylt på, og at påfylt mengde medium er journalført. Tilsvarende gjelder for kuldemaskinoljen.

12.2.6 Kontroll av merking og dokumentasjon

Det skal kontrolleres:

- at komponenter, rørsystemer og

- anlegg er tilstrekkelig merket og dokumentert, jfr. punkt 11.2.2
- at maskinrommet er forsynt med nødvendige (varsel)skilt og oppslag, jfr. punktene 10.2.10 og 10.2.11.
 - at drifts- og serviceinstrukser (bruksanvisninger), inkl. anleggsskjemaer, tegninger/beskrivelser osv., foreligger og at disse er tilpasset det aktuelle anlegget, jfr. underkapittel 11.4
 - at varslings- og redningsplaner er utarbeidet og at disse er kunngjort, for eksempel ved oppslag, jfr. underkapittel 14.14

12.2.7 Kontroll av verne- og beredskapsutstyr

Det skal kontrolleres at tilpasset verne- og beredskapsutstyr finnes og at det er gitt relevant opplæring i bruken av utstyret, jfr. underkapittel 5.8.

12.3 INSPEKSJON OG KONTROLL AV OPPSTILLINGSSTED OG HJELPEUTRUSTNING

I forbindelse med ferdigkontrollen skal det kontrolleres at underliggende spesifikasjoner og regelverkets anvisninger/krav er fulgt, at utstyret er korrekt installert og at det fungerer, jfr. NS-EN 378-3:2016, § 10.3. Dette gjelder for:

- selve maskinrommet
- de elektriske installasjonene
- rømningsveiene
- nødventilasjonssystemet
- gassdeteksjons/alarmsystemet
- nødbelysningen
- det personlige verneutstyret
- eventuelt beredskapsutstyr

Funksjonskontroll av gassalarmssystem og nødventilasjon skal utføres ved at gassdetektor aktiveres med aktuelt kul-

demedium i blanding med luft. Utstyr beregnet for testing av gassdetektorer («bump test kit») bør fortrinnsvis benyttes. Høye gasskonsentrasjoner som eventuelt kan skade sensorelementet må unngås.

12.4 DOKUMENTASJON AV FERDIGKONTROLLEN

Når ferdigkontroll er utført med godkjent resultat, skal det utferdiges ferdigkontrollattest med informasjon om:

- dato for kontrollen og hvem som har utført den
- hvilket anlegg det gjelder
- kuldemedietype og fyllingsmengde
- tillatt maksimaltrykk og korresponderende tillatt maksimumstemperatur på høytrykkssiden
- tillatt maksimaltrykk og korresponderende tillatt minimumstemperatur på lavtrykkssiden
- avlastingsanordningenes åpningstrykk
- bekreftelse på at alle kontrollpunktene i 12.2 og 12.3 er undersøkt og funnet i orden

Eksempel på attest for ferdigkontroll er gitt i Vedlegg 12.1. Attesten bekrefter også gjennomført driftsprøve som beskrevet i 12.5.

Merknad: Separate attester for ferdigkontroll og driftsprøve kan benyttes.

For anlegg hvor det kreves bistand fra teknisk kontrollorgan (TK) suppleres ferdigkontrollattesten med samsvarsertifikat.

12.5 KONTROLL I FORBINDELSE MED OPPSTART

12.5.1 Før start

Før oppstart skal det kontrolleres at anlegg under trykkforskriften er CE-merket og at samsvarserklæring/samsvarssertifikat for anlegget foreligger³. Det skal i tillegg være kontrollert og dokumentert at

- styrestrømskretsen fungerer som den skal
- det er korrekt spenning på alle faser
- sikkerhetsautomatikken er korrekt montert og innstilt
- reguleringsautomatikken er korrekt innstilt
- all hjelpeutrustning av sikkerhetsmessig betydning fungerer (vifter, pumper m.v.)
- anlegget for øvrig er sikkerhetsmessig klart for oppstart
- gassalarmsystemet og nødventilasjonen fungerer som forutsatt

12.5.2 Driftsprøve med funksjonskontroll

Under driftsprøven skal all sikkerhetsautomatikken funksjonstestes (utenom trykkavlastningsanordninger) og det skal kontrolleres at alle vakter aktiveres på korrekt nivå. Ved behov skal sett-punktene finjusteres.

Reguleringsautomatikken skal testes systematisk og det skal kontrolleres at reguleringen fungerer som den skal og er stabil. Alle inngående reguleringsfunksjoner skal utprøves.

Signaler for elektronisk sikkerhets- og reguleringsutrustning skal så langt som

praktisk mulig kontrolleres mot manuelle avlesninger.

Anlegget skal kontrolleres nøye for vibrasjoner og andre uregelmessigheter som kan representere fare eller ulempe, for eksempel støy. Ved behov skal utbedring foretas snarest mulig, og før anlegget settes i regulær drift. Anlegg må ikke settes i drift med vibrasjoner som kan medføre utmatting og brudd.

Etter at anlegget er kommet i regulær drift og normale driftsforhold er oppnådd, foretas nødvendig innjustering av reguleringsorganer som har betydning for anleggets energiforbruk og motorvern innstilles, når dette er relevant.

Ettertrekking av flens- og flensmutterkoblinger (flare) gjennomføres etter ca. 400 timers drift.

Driftsprøven skal være dokumentert på eget skjema eller på ferdigkontrollskjema.

³ Prøvedrift kan tillates før CE-merking og utferdigelse av samsvarsdokumenter

13 OVERLEVERINGS-PRØVE

13.1 GENERELT

Før anlegget overtas av kjøper, bør det utføres overleveringsprøve for å godtgjøre at anlegget er som spesifisert med hensyn til funksjon, ytelse og effektivitet.

Ved prøven registreres sentrale driftsdata som underlag for analysen. Data settet vil samtidig tjene som referanse ved daglig oppfølging av funksjon og effektivitet ved senere drift.

Juridisk overlevering av anlegget behøver ikke falle sammen med den tekniske overleveringsprøven.

13.2 OVERLEVERINGSPRØVENS INNHOLD

Omfanget av overleveringsprøven fastlegges etter avtale mellom kjøper/rådgiver og leverandør. Omfanget av prøven og kriterier for godkjent skal være avklart allerede ved inngåelse av kontrakt.

Overleveringsprøven skal minimum omfatte registrering av sentrale driftsdata, så som:

- sugetrykk og leveringstrykk for kompressor(er), samt korresponderende metningstemperaturer. Ved totrinns anlegg registreres også mellom tryket og mellomtrykkstemperaturen
- det kjølte mediets temperatur inn på fordampere (for eksempel inngående lufttemperatur for luftkjølere)

- det kjølede mediets temperatur inn på kondensator (for eksempel inngående lufttemperatur for luftkjølte kondensatorer)
- fordampetrykk, målt på fordampertiløpet, samt korresponderende metningstemperatur ("fordampingsstemperaturen")
- gasstemperatur etter fordampere(e)
- suggasstemperatur til kompressor(er)
- trykk i eventuell væskeutskiller
- trykkgasstemperatur fra kompressor(er)
- kondensatortrykk ¹, målt på kondensatorinnløpet, samt korresponderende metningstemperatur ("kondenseringstemperaturen")
- kompressormotorene(e)s kraftforbruk (for motorer under 4 kW kan måling av spenning og strømforbruk aksepteres)

Overleveringsprøven bør foretas ved full last på kompressoren(e) og ved stabile driftsforhold. Aktuelle driftsdata skal registreres gjentatte ganger over en periode på minst 30 minutter. Målingenes middelerverdi journalføres. Originale måleskjema skal oppbevares.

Ved manglende naturlig belastning skal tilleggsbelastning benyttes, i form av byggtørker e.l. Prøven skal bare rent unntaksvis foretas under nedkjøling på lavtemperatursiden. I slike tilfeller kreves samtidig registrering av alle driftsdata.

Ved store (industrielle) anlegg kan det være vanskelig å belaste anlegget til full kompressorkapasitet. I slike tilfeller fastlegges prøvebetingelser ved redu-

¹ Ved overkritiske forhold måles trykket i gasskjøler og inn- og utgående temperatur på gassen

sert kompressorytelse, for eksempel 75 %. Kriterier for godkjent tilpasses den aktuelle driften.

13.3 MÅLEUTRUSTNING

Ved overleveringsprøven skal det benyttes nykalibrert utstyr som er i god teknisk stand. Fordamper- og sugetrykk skal kunne registreres med en nøyaktighet som tilsvarer ± 0.5 °C metningstemperatur eller bedre. Temperaturer skal kunne måles med en nøyaktighet innenfor ± 0.5 °C.

Elektriske størrelser skal kunne måles med en nøyaktighet på ± 3 % eller bedre.

Dersom det er knyttet spesiell garanti til overleveringsprøven, skal det benyttes mer nøyaktig utstyr. Måleprogrammet bør dessuten utvides og det skal beskrives særskilte rutiner for prøven.

13.4 YTELSESPRØVE

Testing av anleggets ytelse og kraftforbruk i forbindelse med overleveringsprøven kan utføres som beskrevet i ISO Recommendation ISO/R916-1968.

14 DRIFT, ETTERSYN, VEDLIKEHOLD OG KONDEMNERING

14.1 GENERELT

Eier/bruker av kuldeanlegg eller varmepumpe er ansvarlig for at anlegget drives, etterses og vedlikeholdes på en forsvarlig måte. Når driften opphører, skal utstyr og kjemikalier tas vare på for gjenvinning og eventuelt gjenbruk. Avfall skal avhendes på en sikker måte.

Bruken skal være i tråd med de forutsetninger anlegget er bygget etter og i henhold til leverandørens anvisninger. Eier/bruker er også ansvarlig for at driftspersonellet har nødvendige kvalifikasjoner og at betjening og vedlikehold utføres i henhold til instruks. Det vises ellers til NS-EN 378-4:2016, § 4.1.

Merknad: For større (industrielle) anlegg er det alltid fordelaktig at driftspersonellet er til stede under sluttmonteringen og i forbindelse med igangkjøringen.

Anleggene skal ha regelmessig ettersyn. Merknader i forbindelse med ettersynet skal føres i loggbok/driftsjournal, jfr. underkapittel 14.6. Større anlegg skal i tillegg gjennomgå obligatorisk tilstandskontroll. Vedlikeholdsinngrep og resultatet av utførte kontroller føres i loggboken, eventuelt i en egen vedlikeholdsjournal.

14.2 REGELMESSIG ETTERSYN

Hyppighet og kontrollpunkter i ettersynet skal fremgå av driftsinstruksen, og vil være avhengig av anleggets størrelse og kompleksitet, automatiseringsgrad, type kuldemedium og fyllingsmengde, plassering, overvåking/alarmer osv. Det anbefales daglig ettersyn for anlegg som er bygget opp på stedet («in situ») og større fabrikkmonterte enheter.

Rutinemessig ettersyn og enkle vedlikeholdsoppgaver som ikke krever inngrep i anlegget eller inngående forståelse av hvordan anlegget fungerer kan utføres av personer uten spesiell utdanning.

Ettersynet har som formål å registrere eventuell utvikling av uregelmessigheter på et tidlig tidspunkt og sørge for nødvendige tiltak/utbedringer, samt å følge med på at temperaturer og trykk ligger på korrekt nivå for effektiv drift. Noen typiske forhold å observere vil være:

- vibrasjoner, eventuelle skader som følge av vibrerende deler/rør
- svinn av kuldemedium ¹ (fallende nivå i væskestandsglass, bobler i seglass, "svetting" av olje på skruforbindelser, ventilspindler og akseltettinger, lukt (ved ammoniakk) osv.)
- kompressorene(s) suge- og le-vingstrykk
- kompressorene(s) suge- og trykkrørs-temperatur
- kompressorenes oljestand
- oljetrykk og -temperatur
- feilmeldinger
- varmgang i tavle

¹ Anlegg med HFK-fylling over en gitt grense skal kontrolleres jevnlig for tetthet i henhold til F-gassforordningen, jfr. punkt 3.4.3

- om luftberørte kjølebatterier er rimfrie etter avriming
- indikasjoner på lekkasje i sikkerhetsventiler
- kraftoverføring til ikke direkte koplet kompressor mv., for eksempel removerføring
- indikasjoner på fuktighet i anlegget
- osv.

Ettersynet kan suppleres med ytterligere driftsparametere tilpasset det aktuelle anlegget. Eksempelvis kan punkter fra listen i underkapittel 14.3 inngå.

Dersom det oppdages feil og mangler som kan føre til farlige situasjoner ved fortsatt drift, skal feilen utbedres omgående eller anlegget skal tas ut av drift.

Anlegg som lekker skal ikke holdes i drift ved gjentatt etterfylling av kuldemedium. Ved mistanke om lekkasje skal anlegget lekkasjesøkes snarest og feilen skal utbedres.

Dersom sikkerhetsventil har vært i funksjon, skal årsaken straks bringes på det rene og feilen rettes. Sikkerhetsventilen skal kontrolleres nøye for lekkasje. Dersom ventilen ikke er tett, skal den repareres eller byttes ut.

14.3 SERVICE OG VEDLIKEHOLD

Forebyggende vedlikehold vil redusere antall driftsforstyrrelser, øke sikkerheten og redusere faren for kuldemedielekkasje. Samtidig vil det bidra til at anleggets effektivitet opprettholdes. NS-EN 378-4:2016, §§ 5.1-5.2 gir en oversikt over overordnede krav og anbefalinger.

Punkter i en sjekkliste for vedlikeholdet vil avhenge av anleggets type/formål,

størrelse, alder og kompleksitet. Følgende punkter kan inngå, avhengig av forholdene (listen er ikke komplett):

- vurdering av kuldemediets og oljens tilstand. For HKFK/HFK kontrolleres fuktinnhold (fuktighetsindikator) og eventuelt syreinnehold
- kontrollere fyllingsmengden, justere ved behov. Årsaken til tap av fylling skal fastlegges og nødvendige tiltak gjennomføres
- oljeskift
- drenering av olje
- analyse av oljen med hensyn på metaller, fuktighet etc. (større anlegg)
- smøring av ventilspindler
- smøring/ompakking av ventilpakk-bokser
- jevnlig smøring av glideflater i pakk-boks for åpne kompressorer i anlegg som ikke er i drift, for eksempel ved oppstart en gang per uke
- funksjonstesting av sikkerhetsautomatikk
- innstilling og kontroll av reguleringsautomatikk
- rengjøring av fordampere og kondensatorer på luft/væskesiden
- inspeksjon av signalgivere og måleinstrumenter
- inspeksjon av oppretting motor/kompressor. Ved remdrift også kontroll av strømming, slitasje osv.
- inspeksjon og vedlikehold av kompressorer, pumper etc. etter kompressorprodusentens anvisninger
- inspeksjon av kontaktorer og eltavler med hensyn på mulig varmgang
- tiltrekking av kontaktpunkter (særlig viktig ved aluminiumskabler). For større anlegg anbefales termografering av eltavler en gang i året.
- inspeksjon av rør, beholdere, komponenter mv. med hensyn på korrosjonsskader
- inspeksjon av sekundærmedium for

- sammensetning og mulig innhold av kuldemedium
- funksjonskontroll av fastmonterte og bærbare kuldemediedetektorer
- tetthetskontroll
- kontroll av lesbarheten av skilt på kompressorer, beholdere osv. Dersom teksten ikke er lesbar, skal skiltet skiftes ut
- reguleringsautomatikk for kompressorer og vifter
- rengjøring av luft- og vannfiltere

Avhengig av forholdene og oppgavens art kan det stilles spesielle kompetansekrav til vedlikeholdspersonellet, jfr. NS-EN 13313:2013.

Dersom bedriften ikke selv har mannskap med nødvendige kvalifikasjoner, skal kompetent personell leies inn. Enkle vedlikeholdsoppgaver som ikke krever testing av sikkerhetsutstyr eller inngrep i anlegget kan normalt utføres av generelt teknisk personell.

Vedlikeholdsoppgaver som krever assistanse av sveiser, elektriker, rørlegger, instrumentspesialist osv. skal utføres under veiledning av kuldeteknisk kyndig person som kjenner anlegget.

Utførte vedlikeholdsoppgaver skal føres i loggboken/vedlikeholdsjournalen.

14.4 REPARASJONER OG INNGREP

NS-EN 378-4:2016, § 5.3 angir en generell prosedyre i tilknytning til reparasjonsinngrep. Særlige retningslinjer ved reparasjon av anlegg med brennbare kuldemedier er gitt i NS-EN 378-4:2016, Tillegg E.

Reparasjonsarbeid og andre inngrep i

anlegget skal utføres av kvalifisert personell. For HFK-anlegg gjelder særlige regler som definert i F-gassforordningen, jfr. punkt 3.4.3.

Personell som utfører lodding og sveising skal kunne dokumentere opplæring i varme arbeider. For arbeid på anlegg som kommer under trykkforskriften kreves det sveise-/loddessertifikat, jfr. punkt 3.8.2.

Den delen av anlegget som skal repareres skal stenges av og sikres forsvarlig. Krafttilførselen til kompressorer, vifter, pumper osv. skal brytes permanent, for eksempel ved at sikringer tas ut, og komponentene skal sikres mot gjenstart av utenforstående, for eksempel ved skilting.

Aktuelle systemdeler skal tømmes etter regler som gitt i punkt 14.5.1.

Før avtapping av kompressorolje, skal kuldemediet kokes ut av oljen ved at trykket suges ned og oljen varmes.

Før reparasjonsarbeid som krever lodding eller sveising, skal systemdelen gjennomblåses med inertgass, for eksempel tørr nitrogen, for å fjerne kuldemedium og for å unngå glødeskall. Det skal påseses at arbeidet kan utføres på en sikker måte. Brannsløkkingsapparat skal alltid være lett tilgjengelig.

Rommet skal være godt utluftet og ventilasjonen skal holdes i drift under arbeidet. Ved kuldemedium i luften, skal særlige tiltak iverksettes, som punktavsug e.l. Det må ikke røykes i rom der det er mistanke om lekkasje av klor- eller fluorholdige kuldemedier (HKFK/HFK) eller hydrokarboner.

I forbindelse med større reparasjoner,

skal rørsystemer som åpnes blindes av, i tilfelle stoppventilene ikke holder tett.

Etter at arbeidet er ferdig, skal anleggsdelen/anlegget tetthetsprøves og vakuumeres før påfylling. Ved tetthetsprøvingen bør trykket være lavere enn i tilgrensende kuldemediefylte deler, dersom det er fare for at gass som brukes ved prøvingen (nitrogen) kan lekket inn på anlegget.

Etter større reparasjoner, inngrep i trykkbeholdere osv., skal det utføres styrkeprøve. Prosedyre som beskrevet i 8.8.2 skal benyttes.

I forbindelse med etterfylling av kuldemedium, skal det påses at trykket i fyllebeholderen er større enn trykket i anlegget, slik at tilbakestrømning og eventuell stumfylling av beholderen ikke kan skje.

Kuldemedium som ikke tilbakeføres til anlegget etter utført reparasjon, skal renses før det eventuelt benyttes om igjen.

Kuldemedium skal ikke brukes for rengjøringsformål.

Utførte reparasjoner skal nedtegnes i loggboken/vedlikeholdsjournalen.

14.5 GJENVINNING, GJENBRUK OG AVHENDING

14.5.1 Generelt

Når kuldeanlegg og varmepumper kondemneres, eller komponenter byttes ut, skal alt brukt utstyr, deler og medier gjenvinnes for gjenbruk eller avhendes på forsvarlig måte. Dette innbefatter metaller, kuldemedium, olje, kulde/var-

mebærer, filtere, tørkere, isolasjonsmateriale osv. Krav til avhending er omtalt i NS-EN 378-4:2016, § 6.5.

Ved kondemnering av anlegg og før inngrep for reparasjon og skal anlegget eller anleggsdelen suges ned til 0.3 bar abs (0.7 bar undertrykk) eller lavere, referert til 20°C gasstemperatur. Det bør benyttes egnet tømmeaggregat. Ved ammoniakk eller CO₂ som kuldemedium vil nedsuging til atmosfæretrykk være tilstrekkelig.

14.5.2 Krav og anvisninger i forbindelse med tømning av anlegg/anleggsdel

De fleste kuldemedier utgjør spesialavfall som må gjenvinnes for gjenbruk eller destruksjon når anlegg eller anleggsdeler tømmes. Krav til gjenvinning av HFK-medier er detaljert beskrevet i F-gassforordningen, jfr. punkt 3.4.3.

Ammoniakk, CO₂ og hydrokarboner inngår i naturens kretsløp. Ammoniakk skal likevel ikke slippes ut, da dette bidrar til overgjødning av hav og vann. Ammoniakk er dessuten svært giftig for fisk og andre vannlevende organismer.

Merknad: Ammoniakkkonsentrasjoner ned mot 1 ppm – en milliondel – kan være dødelig for fisk.

Ammoniakk kan absorberes i vann ved tømning. Ammoniakk/vann-blandingen må leveres til mottak for spesialavfall.

CO₂ og hydrokarboner belaster miljøet lite og mediene kan i prinsippet blåses av. Gjenvinning og gjenbruk kan likevel være aktuelt også for disse av økonomiske årsaker. Gassene bør alltid ledes ut av bygningen ved avblåsing for å unngå brann/eksplosjonsfare (hydro-

karboner), forgiftning (CO_2) og kvelning (begge). Gassene er tunge og kan akkumulere i lavpunkter. Dette øker faren for eksplosjon og forgiftning/kvelning.

Ved avblåsing av CO_2 må det tas særlige hensyn for å unngå fare som følge av dannelse av tørris i avblåsingsrøret. Røret må ha mest mulig glatt gjennomløp slik at tørris ikke akkumulerer. Ved avblåsing av større mengder, må det vurderes om kald, tung gass kan samles på lave punkter i terrenget og fortrenge luften. Et ekstra faremoment er at tørrisen er svært kald (teoretisk -78°C) og lett gir frostskaide ved kontakt.

Ved avblåsing av hydrokarboner må området rundt avblåsingsrøret betraktes som eksplosjonsfarlig område.

14.5.3 Overføring og håndtering av kuldemedium

Råd og anvisninger for tømning/overføring av kuldemedium og håndtering og lagring av medier er gitt i NS-EN 378-4:2016, § 6.3 og Tillegg C.

Overføring av kuldemedium fra anlegg til tømmebeholder kan være en sikkerhetsmessig utfordring. Tømning må utføres av kompetent personell og etter gitte rutiner. For HFK er kravet til kompetanse nedfelt i F-gassforordningen.

Ved tilbakeføring av medium til flaske/beholder, skal det alltid benyttes vekt. Flaske/beholder skal aldri fylles til mer enn 75 % av påstemplet netto kapasitet i kg for det aktuelle kuldemediet eller til maksimum 70 % av flaskens/beholderens volum, alt etter hva som gir lavest fylling.

Innblanding av annet medium gjør kuldemediet umulig å regenerere. Uli-

ke kuldemedier må derfor ikke blandes på beholder/flaske dersom mediet skal gjenbrukes. Det må heller ikke overføres kuldemedium til flaske som inneholder et ukjent medium.

Ved bruk av tømmeaggregat bør aggregatets kompressor være av en slik konstruksjon at kuldemediet ikke kommer i kontakt med motoren. Etter tømning av særlig forurenset medium, for eksempel etter motorbrann, må oljen på tømmeaggregatet syretestes og skiftes ut ved behov.

For retur av brukt kuldemedium skal det bare benyttes flasker som er beregnet for det aktuelle mediet. Engangsflasker skal ikke benyttes. Flaskene skal være tydelig merket med kuldemedietype, og at det dreier seg om returmedium.

14.5.4 Gjenbruk av kuldemedium

Brukt kuldemedium vil være av varierende kvalitet. Forurensninger må fjernes før mediet kan brukes om igjen. En opererer med tre ulike grader av behandling av mediet før gjenbruk, jfr. figur 1 i NS-EN 378-4:2016, kapittel 6:

- Direkte gjenbruk (Ingen spesiell behandling eller kun filtrering)
- Rensing ("recycling"). Mediet filteres, avfuktes og eventuelt fordampes og rekondenseres for å fjerne faste forurensninger, olje, vann og andre lite flyktige forurensninger
- Regenerering ("reclaiming"). Mediet prosesseres til samme standard som nytt medium

Det stilles en rekke krav til behandlingen av brukt kuldemedium før gjenbruk, avhengig av mediets forhistorie og hvor det skal gjenbrukes. Prosedyre for gjenbruk er beskrevet detaljert i NS-EN 378-4, § 6.2. Spesifikasjoner for rege-

nerert kuldemedium er omtalt i NS-EN 378-4, Tillegg B.

Før brukt kuldemedium gjenbrukes direkte, må det foretas syretest av oljen. Sterkt forurenset medium, for eksempel etter motorbrann, må regenereres før eventuell gjenbruk.

14.6 JOURNALFØRING

For anlegg med mer enn 3 kg fylling skal det føres loggbok (driftsjournal) for å dokumentere anleggets drift. Loggboken skal inneholde observasjoner fra jevnlig ettersyn og utførte reparasjoner og vedlikeholdsoppgaver. Jfr. NS-EN 378-4:2016, § 4.2. Andre elementer inkluderes etter behov. For HFK-anlegg føres informasjon som krevd i F-gassforordningen i loggboken. Ved feil i anlegget bør årsaken til feilene alltid journalføres i tillegg til utførte tiltak/reparasjoner.

Vedlikeholdet kan eventuelt dokumenteres i en egen vedlikeholdsjournal.

Protokollerte data skal være tidfestet og signert.

Loggbok med oppførte rubrikker for aktuelle observasjoner og utført arbeid skal være utarbeidet av leverandøren og skal leveres med anlegget. Den kan føres på papir eller (fortrinnsvis) på elektroniske media. Loggbok/PC skal oppbevares i maskinrommet eller med mulighet for utskrift til maskinrommet ved lagring på data.

14.7 SYSTEMATISK TILSTANDSKONTROLL

Større kuldeanlegg og varmepumper

skal i tillegg til vanlig ettersyn og vedlikehold gjennomgå systematisk tilstandskontroll som beskrevet i forskrift om håndtering av farlig stoff, § 9². Formålet er å kontrollere og verifisere at sikkerheten opprettholdes over tid. Kontrollpunkter og hyppighet er beskrevet i forskriftens temaveiledning om kuldeanlegg, § 9.2. Det vises også til NS-EN 378-4:2016, Tillegg D. Tilsvarende kontroll skal gjennomføres i forbindelse med større endringer og reparasjoner.

På grunnlag av kontrollen skal det vurderes hvor lang tid vitale deler kan være i sikker drift før anlegget må kontrolleres igjen.

Det skal være utarbeidet prosedyrer for kontrollen, omfattende kontrollintervaller, kontrollens omfang, akseptkriterier og dokumentasjon. Kontrollplanen skal være utarbeidet av kyndige personer, for eksempel leverandøren av anlegget. Det skal fremgå hvem som har utarbeidet planen. Kontrollrapporten skal være datert og signert av kontrolløren.

Virksomhetens erfaringer og produsentens anbefalinger er bestemmende for hvor ofte systematisk tilstandskontroll må gjennomføres. Når erfaringer/anbefalinger mangler, skal kontrollen gjennomføres hvert 5. år. Noen punkter skal kontrolleres en gang ekstra midt i 5-års-perioden (jfr. nedenfor), mens andre skal utføres årlig.

Tabell 14.1 gir oversikt over kontrollpunkter og hyppighet, om ikke erfaring tilsier annen frekvens.

² Forskriften angir ingen minste størrelse på anlegg hvor det kreves systematisk tilstandskontroll, men kravene er i utgangspunktet myntet spesielt på industrianlegg.

Tabell 14.1 Kontrollpunkter og intervaller ved systematisk tilstandskontroll
(Temaveiledning om kuldeanlegg, § 9.2.2)

Kontrollpunkter	Kontrollintervall		
	5 år	2.5 år	1 år
Utvendig besiktigelse av trykkpåkjennte deler (der dette er mulig)	X		
Kontroll av sikkerhetsanordninger	X		
Kontroll av sikkerhetsventiler	X		
Kontroll av øvrig armatur	X		
Trykkprøving (kan sløyfes når andre metoder er likeverdige)	X		
Ikke destruktiv undersøkelse når dette ansees nødvendig	X		
Funksjonskontroll/prøve som skal sikre at alt utstyr og anlegg fungerer som spesifisert, og at alle sikrings- og reguleringsanordninger fungerer etter hensikten	X		
Gjennomgang av dokumentasjon for utførte reparasjoner, endringer og kontroller i perioden	X		
Utvendige sikkerhetsventiler og annet trykkavlastningsutstyr (inkl. avlastingsventiler på kuldemediepumper, væskeledninger etc.)		X	
Nivåindikatorer/nivågivere i væskebeholdere		X	
Fjærreturventil på oljeavtappingsventiler		X	
Slanger eller fleksible rørelementer som benyttes periodisk eller permanent (for eks. til fylling av kuldemedium, slange til platefryser, fleksibelt rørelement til kompressor osv.)		X	
Gassdetektorer ³		X	(X)
Detektorer for kuldemedielekkasje til sekundærsystemer 3 (gjelder spesielt ammoniakk og hydrokarboner)		X	(X)
Trykkavlastingsbrytere/trykkvakter			X
Temperaturvakter			X
Alarmsystemer (inkl. gassalarm og automatiske oppringingssystemer)			X
Varslingsutstyr			X
Nødventilasjonssystem			X
Nødstoppbrytere			X
Verneutstyr			X

³ Produsentens anvisninger må følges. Kontrollintervallene kan være kortere, for eksempel en gang per år

Den 5-årige kontrollen av anlegg med potensielt høy risiko skal utføres av uavhengig kontrollør, i praksis teknisk kontrollorgan eller akkreditert inspeksjonsorgan. For andre anlegg kan egenkontroll benyttes, forutsatt at bedriften har personell med tilstrekkelig kompetanse. Kompetansen skal være dokumentert.

Årlige funksjonskontroller og kontroller med 2.5 års intervall kan utføres av bedriftens eget personale for alle typer anlegg om personalet er kompetent for oppgaven.

I tillegg til kontrollpunktene ovenfor kommer periodisk tetthetskontroll av HFK-anlegg som bestemt i F-gassforordningen, jfr. punkt 3.4.3.

14.8 KULDEMEDIE- OG OLJEREGNSKAP

Det bør føres kuldemedieregnskap ⁴ for alle anlegg med mer enn 3 kg fylling. For anlegg med HFK er eier pålagt å føre slikt regnskap i henhold til F-gassforordningen.

For større anlegg bør det også føres oljeregnskap for å holde oversikt over eventuell akkumulering av olje i anlegget. Akkumulert olje vil redusere fordampers effektivitet, bidra til økt skumming i væskeutskiller, øke faren for overfylling av kompressor ved vanning av olje osv.

⁴ Kuldemedieregnskap er regnskap med påfylt og avtappet mengde kuldemedium ved installasjon, undervedlikehold og ved kondemnering.

14.9 TETTHETSKONTROLL

14.9.1 Generelt

Kuldeanlegg og varmepumper skal tetthetskontrolleres regelmessig når eventuell lekkasje ikke røpes ved lukt. For HFK-anlegg gjelder F-gassforordningens krav, som også stiller krav om spesifikk dokumentert kompetanse for den som foretar kontrollen, jfr. punkt 3.4.3. Det vises også til NS-EN 378-4, Tillegg D. Oppfølging med hensyn til lekkasje er særlig viktig det første driftsåret og etter konvertering/ombygging til annet kuldemedium.

Med "tetthetskontroll" etter F-gassforordningen menes kontroll ved hjelp av direkte eller indirekte metoder, med fokus på de delene av systemet som normalt er mest utsatt for lekkasje. Eksempler på direkte metoder vil være bruk av lekkasjesøker, skumspray, såpevann osv. Eksempler på indirekte metoder er nivåavlesing i receiver, kontroll av gass i seglass i væskeledningen, deteksjon av kuldemediegass i romlufte, redusert anleggsytelse etc.

Når det er tegn på lekkasje, skal lekkasjepunktet straks identifiseres og feilen utbedres. Etter reparasjon av lekkasje skal anlegget tetthetskontrolleres innen en måned for å verifisere at reparasjonen har vært vellykket.

Resultatet av tetthetskontrollen, iverksatte tiltak og resultatet av disse skal føres i loggbok/vedlikeholdsjournal. Hvilket firma/person som har utført tetthetskontroll eller reparasjon etter lekkasje skal også føres.

14.9.2 Vanlige lekkasjepunkter

Ved lekkasjesøking bør en i første rekke

undersøke punkter hvor sannsynligheten for lekkasje erfaringsmessig er størst. Dette vil bl.a. være:

- ventilspindler
- akseltetninger
- andre tetninger i tilknytning til kompressor, for eksempel oljestandsglass og tilslutninger for automatikk
- flensmutterforbindelser (flare).
Forbindelser som utsettes for temperaturforandringer er særlig utsatt, for eksempel utgangsforbindelsen på termoventil og forbindelser som varmes opp ved avriming (jfr. luft/luft varmepumper)
- flensforbindelser generelt
- lodde/sveiseforbindelser som utsettes for vibrasjoner
- kapillarrør (særlig endefestene)
- gjennomføringer av stålrør mellom varme og kalde rom (korrosjon)

Ved lekkasjesøking skal det benyttes egnet, nykalibrert utstyr.

14.10 DRENERING AV OLJE

Krav og anvisninger i forbindelse med drenering av olje er gitt i NS-EN 378-4:2016, Tillegg A.

Ammoniakkannlegg med manuell oljeavtapping må dreneres for olje med jevne mellomrom for å opprettholde anleggets effektivitet og funksjon. Det skal vises stor forsiktighet ved dreneringen.

Akkumulering av olje i fordampere påvirker anleggsfunksjonen i særlig grad, spesielt på frys. Manglende oljeavtapping kan påvirke sikkerheten bl.a. ved feil nivåindikering.

Oljesamler som har undertrykk under drift, for eksempel oljepotte for væske-

utskiller i fryseanlegg, skal kunne stenges av og varmes opp (naturlig eller med varmeelement) for å oppnå (svakt) overtrykk. Beholderen skal være påmontert manometer og være sikret mot sprenging ved hjelp av intern sikkerhetsventil eller overstrømningsventil.

Varmeelement på oljesamler/potte bør være av en type som ikke kan gi uttallig høy temperatur. Dersom høy temperatur kan oppnås, skal varmeelementet være sikret ved hjelp av trykk- eller temperaturbryter.

Tappepunkter for olje i ammoniakkannlegg skal være forsynt med hurtiglukkventil i serie med ordinær avstengingsventil. Hurtiglukkventilen må aldri blokkeres i åpen tilstand.

14.11 ANLEGG SOM TAS UT AV DRIFT

Det skal føres regelmessig tilsyn med kuldeanlegg og varmepumper som er midlertidig ute av drift, eller kuldemediet skal tappes av og oppbevares på en forsvarlig måte. Anlegget skal være avstengt fra anlegg som er i bruk.

Anlegg som tas permanent ut av bruk skal tømmes for kuldemedium. Medium som skal benyttes på nytt skal oppbevares på tett flaske eller beholder eller returneres for regenerering. Medium som ikke skal gjenbrukes skal avhendes for destruksjon.

14.12 KULDEMEDIEBYTTE

Ved eventuelt bytte av kuldemedium, må det tas hensyn til forskjeller mellom gammelt og nytt medium med hensyn

til termodynamiske data, kjemiske og fysiske egenskaper, forhold til olje osv.

Særlig viktige punkter å iaktta er:

- trykknivåene og anleggsparametere tilknyttet disse (trykkklasse for komponenter og rør, settpunkter for regulerings- og sikkerhetsautomatikk, kapasitet for sikkerhetsventiler og avblåsningsledninger osv.)
- spesifikk kulde-/varmemytelse
- kraftforbruket
- trykkrørstemperaturen
- kjemiske egenskaper overfor materialer i anlegget (metaller og organiske materialer i o-ringer, pakninger, slanger, viklingsisolasjon osv.)
- løsningsegenskaper overfor ulike forurensninger, inkl. gammel olje
- betydning av eventuelt bytte fra konvensjonell olje til esterolje
- betydning av restinnhold av gammelt kuldemedium og gammel olje
- toleranse overfor fuktighet i anlegget

Enkelte kuldemedier reagerer kjemisk med hverandre, for eksempel CO₂ og ammoniakk og HFK/HKFK og ammoniakk. Ved bytte hvor disse kombinasjonene inngår må anleggene rengjøres spesielt grundig.

For ytterligere informasjon vises til NS-EN 378-4:2016, § 5.4.

14.13 BYTTE AV KULDEMASKINOLJE

Ved overgang til annen type kuldemaskinolje, for eksempel fra mineralolje til visse syntetiske oljer eller bytte fra konvensjonell olje til esterolje, vil organiske materialer reagere på oljebyttet ved svelling eller krymping. For eksempel vil krymping av o-ringer ved overgang fra mineralolje til syntetisk olje på poly-

alfaolefin-basis (PAO) kunne medføre at lekkasje oppstår.

Et annet viktig forhold er at løsningsegenskapene for den nye oljen kan være bedre enn for den gamle, med "rengjøring" av anlegget som resultat. Forurensning kan blokkere dyser og filtre og etter hvert returneres til og samles i kompressor ved automatisk oljeretur.

Når det byttes fra konvensjonell kuldemaskinolje til esterolje, for eksempel i forbindelse med konvertering av HK-FK-anlegg til HFK, må all gammel olje være fjernet. Det må kontrolleres at viskositeten ikke endres vesentlig som følge av ulik innløsning av kuldemedium. Ved behov må olje med annen viskositetsgrad benyttes.

14.14 BEREDSKAP OG VARSLING

Bedrifter med utstyr og anlegg med farlig stoff skal utarbeide en beredskapsplan og etablere egenberedskap med varslings- og innsatsplaner slik at uhell og ulykker kan håndteres på en best mulig måte, jfr. forskrift om håndtering av farlig stoff § 19 og tilhørende temaveiledning om kuldeanlegg. Risikoanalysen skal legges til grunn. Beredskapen skal øves regelmessig.

Planen skal ta utgangspunkt i risikomomenter knyttet til de aktuelle installasjonene ved bedriften og ulykkesituasjoner som vil kunne inntreffe. Ved potensielt høy risiko (over 400 liter giftig eller brannfarlig medium) skal beredskapsplanen samordnes med offentlige beredskapsplaner.

Avhengig av forholdene kan en beredskapsplan omfatte:

- oversikt over bedriftens beredskapsstyrke og ansvarsfordelingen ved innsats
- varslingsrutiner internt i virksomheten og til brannvesen/politi
- planer for øvingsvirksomhet og samarbeid med lokale myndigheter
- oversikt over disponibelt verneutstyr og plassering av dette
- evakueringsrutiner for ansatte
- etc.

Behovet for utstyr for beredskapspersonell i form av overtrekksdrakter, trykkluftapparater med helmaske, gass-/kjemikaliedrakter osv. skal være utredet. Samarbeid med lokal redningsetat (brannvesen) kan ofte være aktuelt.

Bedriften skal ha etablert et system for registrering av uhell og ulykker og tilløp til slike i tilknytning til håndtering av farlig stoff og tilhørende utstyr og anlegg. Alle uhell og ulykker i tilknytning til farlig stoff skal straks rapporteres til DSB.

Vedlegg



Vedlegg 2.1

Aktuelle lover og forskrifter

Lov Forvaltningsorgan	Forskrifter til loven	Veiledninger
Lov om planlegging og bygge-saksbehandling (plan- og bygningsloven)	Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) (TEK 17)	Veiledning om tekniske krav til byggverk. Publikasjonsnummer: HO-2/2011
Direktoratet for byggkvalitet	Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften) (SAK 10)	Veiledning om byggesak Publikasjonsnummer: HO-1/2011
Brann- og eksplosjonsvernloven	Forskrift om trykkpåkjent utstyr (Forkortet: Trykkforskriften, trykkdirektivet, PED)	Veiledning til forskrift om trykkpåkjent utstyr
	Forskrift om håndtering av brannfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen (Forkortet: Forskrift om håndtering av farlig stoff)	Veiledning til forskrift om håndtering av farlig stoff. Temaveiledning om bruk av farlig stoff – Del 2 (kulde- og varmepumpeanlegg, kjelanlegg for damp- og hetvannsystemer, trykkluftanlegg og diverse forbruksanlegg)
	Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven).	Veiledning til forskrift om landtransport av farlig gods
	Forskrift om landtransport av farlig gods	Veiledning til forskrift om landtransport av farlig gods
Direktoratet for samfunns-sikkerhet og beredskap (DSB)	Forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område (ATEX produktforskrift)	NEK 420:2010 Elektriske anlegg i eksplosjonsfarlige områder (Norsk standard - erstattes av NEK 420A - NEK 420D) ¹
	Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer. (ATEX brukerforskrift)	Veiledning til forskrift om elektriske lavspenningsanlegg
	Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (fel)	NEK 400:2014 Elektriske lavspenningsanlegg – Installasjoner (Norsk standard)

Lov om kontroll med produkter og forbrukertjenester (produktkontrollloven) Lov om merking av forbruksvarer mv. (forbrukermerkeloven) Lov om vern mot forurensning og avfall (forurensningsloven) <i>Miljødirektoratet</i> <i>NVE</i>	Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften)	
	Forskrift om miljøvennlig utforming av energirelaterte produkter (økodesignforskriften) ²	
	Forskrift om energimerking av energirelaterte produkter (energimerkeforskriften for produkter) ²	
	Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)	
	Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)	
Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø. (Arbeidsmiljøloven) <i>Direktoratet for arbeidstilsynet (DAT)</i>	Forskrift om maskiner (Maskinforskriften)	Kommentarer til forskrift om maskiner (Arbeidstilsynet)
Alle lovene <i>DAT/DSB</i>	Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)	Veiledning til internkontroll-forskriften
<i>Helsedirektoratet (Hdir)</i>	Forskrift om miljørettet helsevern	Forebygging av legionellasmitte - en veiledning. Folkehelseinstituttet, 2016

1 NEK 420A:2016 og NEK 420B:2017 har trådt i kraft

2 Forvaltes av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Vedlegg 2.2

Noen aktuelle rene Norsk Standard

NS 470	Sveiste stålkonstruksjoner. Regler for beregning og utførelse
NS 811	Merking av gassflasker for industrielle gasser
NS 813	Rørsystemer. Fargemerking for angivelse av innhold
NS 832	Fargemerking av rørsystemer for industrielle gasser
NS 3450	Konkurransegrunnlag for bygg og anlegg - Redigering og innhold
NS 5820	Dokumentasjon av utstyrsleveranser
NS 8400	Regler for anskaffelser til bygg og anlegg ved anbudskonkurranse
NS 8405	Norsk bygge- og anleggskontrakt
NS 8406	Forenklet norsk bygge- og anleggskontrakt
NS 8410	Regler for anskaffelser til bygg og anlegg ved konkurranse med forhandlet prosedyre

Merk at de eller fleste Norsk Standard samtidig er europeisk standard eller internasjonal standard, med betegnelse foran standardens navn som angitt i listen nedenfor. For disse vises til NS-EN 378-2, kapittel 2.

Noen forkortelser i forbindelse med standardisering

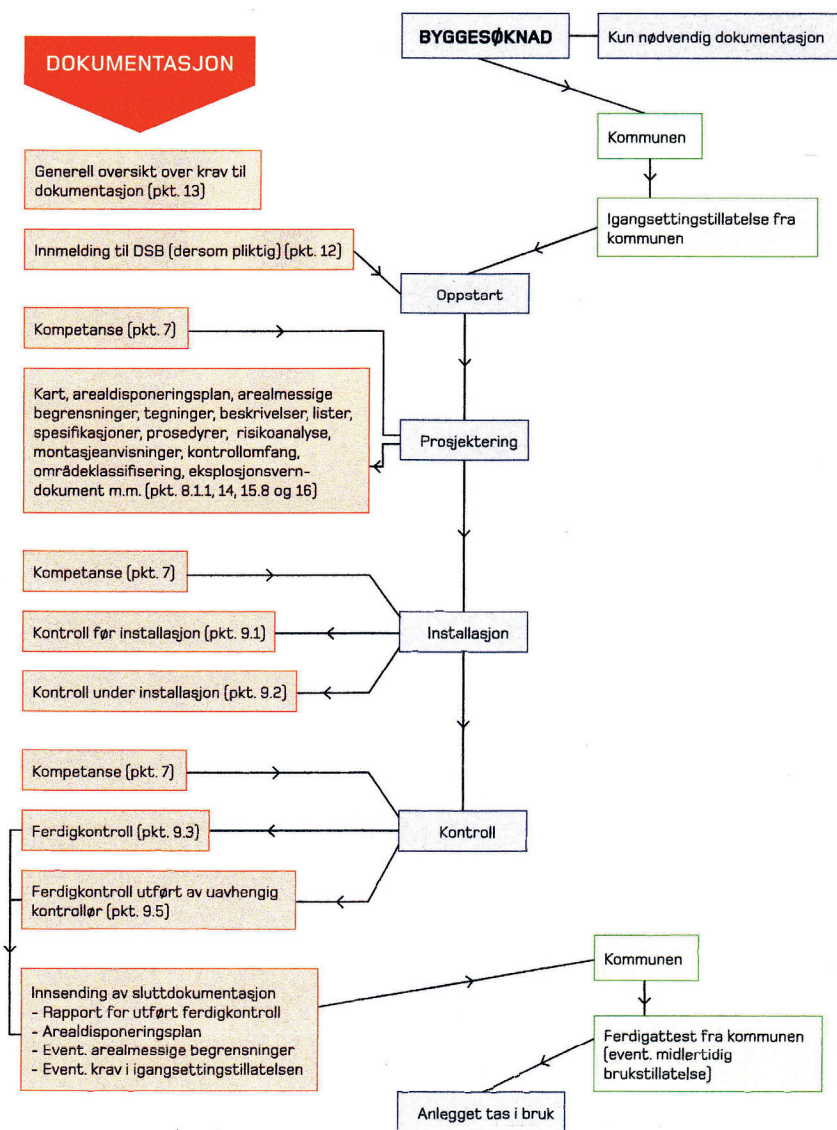
EN	Europeisk standard
prEN	Foreliggende forslag til europeisk standard, ikke vedtatt
NS	Norsk standard (bygg, maskin mv.)
NS-EN	Europeisk standard innført som norsk standard (bygg, maskin mv.)
NEK	Norsk standard (elektro)
NEK EN	Europeisk standard innført som norsk standard (elektro)
ISO	Internasjonal standard
NS-ISO	Internasjonal standard innført som norsk standard
NS-EN ISO	Europeisk og internasjonal standard innført som norsk standard

Vedlegg 3.1

Saksgang for søknadspliktig tiltak etter plan- og bygningsloven

(relatert til installasjoner som omtalt i denne temaveiledningen)

(noen steder er det gitt henvisning til hvor i temaveiledningen temaet er omtalt)



(Kilde: DSB: Temaveiledning om bruk av farlig stoff. Del 2. Kulde- og varmepumpeanlegg)

Vedlegg 3.2

Risikoenalyse (sjekkliste) ved installasjon av mindre kuldeanlegg

		Ja	Nei	Merknader/tiltak
Anlegg	Er ferdigkontroll utført, godkjent og attestert?			
	Foreligger samsvarserklæring i henhold til trykkforskriften?			
	Foreligger tilpasset drifts- og vedlikeholdsinstruks på norsk?			
	Er all betjeningsutrustning lett tilgjengelig og relevant merket?			
	Er anlegget beskyttet/merket mot utilsiktet/uautorisert betjening?			
	Er alt roterende maskineri beskyttet mot berøring?			
	Foreligger det nødprosedyrer ved uhell, for eksempel stor lekkasje?			
	Er anlegget beskyttet mot ytre skade?			
Oppstillingssted	Er kategori oppstillingssted korrekt for det aktuelle anlegget?			
	Kan skadelig gasskonsentrasjon oppstå ved tap av (all) fylling?			
	Er gassdetektor(er) montert og tilknyttet alarmsystem?			
	Er ventilasjonen (normal og nød) i samsvar med kuldenormen?			
	Er rømningsveiene tilfredsstillende?			
	Er avløpet fra sikkerhetsventiler ført til friluft?			
	Er oppstillingsstedet merket med nødvendig varselmerking?			
	Er rommet sikret mot gasspredning til andre rom?			
	Er (nød)belysningen tilstrekkelig?			
	Er nødvendig personlig verneutrustning og førstehjelpsutstyr tilgjengelig?			
Kalde rom	Kan dører i rommene åpnes fra innsiden?			
	Er det montert alarm i rommene?			
	Er det sikret at lys som er slått på fra innsiden ikke kan slås av fra utsiden?			
	Er gassdetektor(er) montert?			
	Er lysbrytere og alarmknapper selvlysende eller belyst?			
	Er det mulig å slå av viftene fra innsiden?			
	Er rommet forsynt med andre sikkerhetstiltak?			

Vedlegg 3.3

Risikoanalyse (grovanalyse) av kuldeanlegg/varmepumpe

Både maskinforskriften, trykkforskriften og forskrift om håndtering av farlig stoff stiller krav om risikoanalyse. Hensikten er å identifisere potensielle farer forbundet med anlegget eller i tilknytning til dette, samt å angi forebyggende tiltak.

Risikoanalysen gjennomføres gjerne i form av en såkalt grovanalyse, ved hjelp av et grovanalyseskjema. Skjemaet kan være noe forskjellig bygget opp avhengig av hva som skal analyseres, men hovedelementene er som regel de samme.

Personer som utfører grovanalyse trenger ingen sterk teoretisk/analytisk bakgrunn, men det kan være en fordel at personell med ulik bakgrunn er med.

Først identifiseres farer forbundet med det som skal analyseres, deretter vurderes sannsynligheten for at hendelsen skal skje og til slutt konsekvensene om hendelsen skulle skje.

Risikonivået for en hendelse (R) bestemmes av sannsynligheten for at hendelsen skjer (P) og konsekvensene av hendelsen (C). $R = f(P, C)$.

Det kan være hensiktsmessig å kategorisere ulike former for fare i grupper, for eksempel:

- Fare i tilknytning til anvendte stoffer (kuldemedium, olje, kulde/varmebærere osv.)
- Mekanisk fare
- Elektrisk fare
- Termisk fare (varm/kald)

Når det er en kombinasjon av fareelementer, kan det være mest hensiktsmessig å analysere hvert fareelement for seg.

Hvor finmasket vurderingene av sannsynlighet og konsekvens skal være, kan variere avhengig av formålet. Nedenfor er vist eksempel med fem nivåer (klasser) for sannsynlighet, Tabell 5.1, og fem nivåer (klasser) for konsekvens, Tabell 5.2.

Tabell 5.1 Sannsynlighetsklasser

Sannsynlighetsklasse	Beskrivelse
P1	Svært usannsynlig
P2	Usannsynlig
P3	Lite sannsynlig (men kan ikke utelukkes)
P4	Sannsynlig
P5	Vanlig, skjer ofte

Tabell 5.2 Konsekvensklasser

Konsekvensklasse	Grad av konsekvens
K1	Ingen/ubetydelig
K2	Liten
K3	Betydelig
K4	Stor/kritisk
K5	Katastrofal

Konsekvensene av farlige hendelser kan være relatert til ulike forhold, som personskade/død, materiell/økonomisk skade, skade på renommé (negative oppslag i media) osv. Normalt vil alle disse elementene (og eventuelt andre) tas med ved bestemmelse av konsekvensklasse.

På grunnlag av vurdering av sannsynlighet og konsekvens, stilles det opp en risikomatrix, Tabell 3.3:

Tabell 5.3 Risikomatrix

Konsekvensklasse ->	K1	K2	K3	K4	K5
Sannsynlighetsklasse					
P5	R5	R6	R7	R8	R9
P4	R4	R5	R6	R7	R8
P3	R3	R4	R5	R6	R7
P2	R2	R3	R4	R5	R6
P1	R1	R2	R3	R4	R5

Ved vurderingen av risikonivåene, gjelder det at:

- Risikonivåer som er merket med rødt er uakseptable og tiltak må iverksettes. Ved analyse av

anlegg som er i drift, må tiltakene gjennomføres straks

- Risikonivåer som er merket med gult er i høyeste laget og må senkes
- Risikonivåer som er merket med grønt er så lave at de kan aksepteres

Ved analysen stilles mulige hendelser og tilhørende konsekvenser opp i en sjekkliste som vist i Tabell 5.4.

Tabell 5.4 Sjekkliste for grovanalyse

Element	Årsak	Konsekvens	Sannsynlighetsklasse	Konsekvensklasse	Risikonivå iflg. Tab.5.3	Tiltak nødvendig?
			P	K	R	

Når elementer med uakseptabelt risikonivå (R5 eller høyere) er identifisert, eller en ønsker å redusere risikoen ytterligere ved mindre farlige forhold, overføres risikoelementene til en handlingsplan. I handlingsplanen beskrives det hvilke forbedringer eller forebyggende tiltak som skal iverksettes for å eliminere eller redusere farene.

Eksempel på skjema for handlingsplan er vist i Tabell 5.5.

Korrektive tiltak skal iverksettes etter følgende prioritering:

1. Fjerne eller redusere fare så langt det lar seg gjøre (konstruktive tiltak)
2. Anvende passende vernetiltak mot fare som ikke kan elimineres
3. Informere bruker/omgivelser om gjenværende fare (drifts/vedlikeholdsinstruks, varselmerking, alarmer osv.)

Tabell 5.5 Skjema for handlingsplan (eksempel)

Firma: Dato: Deltakere i utarbeidelse: Planen gjelder for perioden:				
Forhold som risiko er knyttet til	Tiltak	Frist for gjennomføring	Ansvarlig for gjennomføring	Kvittering for gjennomført

Målet er at når alle tiltakene er gjennomført, skal alle risikonivåene være (godt) innenfor grønn sone.

I noen tilfeller innebærer analysert forhold for stor risiko til å kunne gjennomføres, selv etter at praktisk mulige tiltak er gjennomført. I slike tilfeller må andre løsninger velges.

Eksempel på grovanalyse (ikke komplett):

Eksempelen omfatter analyse av vannkjøleaggregat med ammoniakk for luftkondisjonering av en større kommersiell bygning. Maskinrommet er i kjelleren. Analysen skal omfatte forhold i tilknytning til kuldemediet. Den foretas på et tidlig stadium i planleggingen.

Sjekkliste for grovanalyse. Eksempel

Fareelement	Årsak	Sannsynlighetsklasse	Konsekvens	Konsekvensklasse	Risikonivå	Tiltak nødvendig?
Stort gassutlipp	a. Rørbrudd	P2	• Brann/eksplosjon i maskinrom, store materielle skader, fare for personskafe	K4	R5	Ja
	b. Uhell ved inngrep	P2	• Gasspredning til kontorer, kraftig lukt, panikkfare	K3	R4	Ja
			• Gasspredning til omgivelsene, ubehag, oppstyr	K2	R3	Nei
Lite gassutlipp	• Lekk ventil-spindeltetning • Pakkboks-lekkasje kompressor • Dårlig rutine ved inngrep	P4	Merkbar gasslukt, engstelse/nervøsitet blant ansatte og kunder	K2	R5	Ja
Hudkontakt væske	Uhell under service	P3	Etseskade, frostskafe	K3	R5	Ja

Analysen viser at det er nødvendig med ekstra tiltak for alle de vurderte fareelementene, unntatt gasspredning til omgivelsene. Risikoen i tilknytning til dette forholdet vil dessuten bli automatisk ytterligere redusert når tiltak for de øvrige postene iverksettes.

Tiltak for å redusere risikoen i tilknytning til stort ammoniakkutslipp gjennomgås nedenfor, som eksempel på systematikken ved vurdering/prioritering av aktuelle tiltak.

1a. Redusere faren for rørbrudd

- kjøpe aggregat av anerkjent fabrikat med mange referanseinstallasjoner
- plassere og beskytte aggregatet slik at kritiske rør er beskyttet mot ytre skade
- fokusere i driftsinstruksen på at
- drift med rør eller komponenter som vibrerer ikke skal forekomme
- klatring på rør ikke skal forekomme

1b. Redusere faren for store utslipp ved uhell ved inngrep

- forsyne alle ventiler hvor væske/olje kan tappes av med fjærbelastede hurtiglukkeventiler
- forsyne aggregatet med seksjoneringsventiler
- merke vekselventiler med stengt/åpen posisjon for utløpsstussene
- benytte kun kvalifisert servicepersonale

2a. Redusere faren for brann/eksplosjon som følge av stort gassutslipp

- bryte strømtilførselen til maskinrommet ved høy alarm fra gassdetektor
- forsyne maskinrommet med kraftig ventilasjon, styrt av gassdetektor
- benytte ex-sikret vifte for nødventilasjonen, ex-sikret nødlys og ex-sikret gassdeteksjons- og alarmsystem
- ingen tekniske installasjoner i maskinrommet som ikke tilhører kuldeanlegget/varmepumpen

2b. Redusere faren for gasspredning til bygning

- tette gjennomføringer til/fra maskinrommet
- selvlukkende dører (og god dørkultur)
- holde rommet på undertrykk (ved hjelp av (nød) ventilasjonssystemet som nevnt under 2a.)
- separat ventilasjonskanal for maskinrommet

3. Redusere risiko som følge av panikk ved gasspredning i bygning

- informere ansatte
- oppslag beregnet på ansatte og publikum
- inkludere gasslekkasje i brannøvelser

De enkelte tiltakene føres inn i handlingsplan (jfr. Tabell 3.5) og følges opp gjennom den videre prosessen med prosjektering, bygging og drift.

SAMSVARSERKLÆRING

Kuldeinstallatøren AS
Kjøleveien 10
1234 Vinterland

Undertegnede erklærer på vegne av Kuldeinstallatøren AS at nedenfor beskrevne kuldeanlegg, slik det er levert og montert av oss, er i samsvar med angitte krav i

- Forskrift om trykkpåkjent utstyr (EUs Trykkdirektiv 2014/68/EU (PED))
- Forskrift om maskiner (EUs Maskindirektiv 2006/42/EC)
- Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg, FEL, (EUs Lavspenningsdirektiv 2014/35/EU)
- EUs EMC direktiv 2014/30/EU

Beskrivelse av anlegget:

Harmoniserte standarder som er benyttet:

Under trykkforskriften: NS-EN 378: 2016, 1-4
Under maskinforskriften: NS-EN ISO 12100 1-2: 2010
NS-EN ISO 13857: 2008
Under FEL: NEK EN 60204-1
Under EMC-direktivet: NEK EN 61000-6-1
NEK EN 61000-6-3

Andre tekniske standarder og normer som er benyttet:

Norsk kulde- og varmepumpenorm 2018
NEK 400:2014

Teknisk kontrollorgan: - _____

Autorisert person som representerer produsenten:

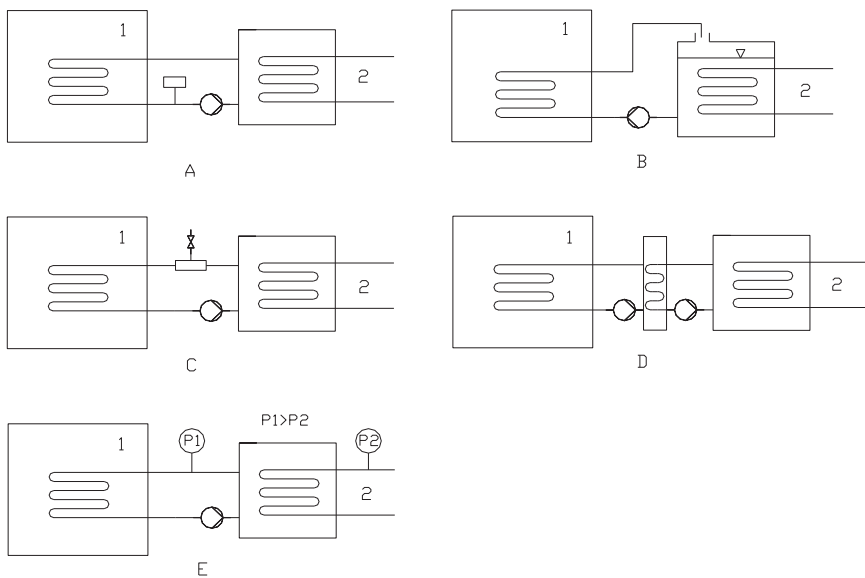
Navn:

Tittel:

Signatur: _____ Sted/dato:

Vedlegg 4.1

Indirekte systemtyper



1 – oppholdsrom 2 – kuldemedieholdig(e) del(er)

A – Indirekte lukket system

D – Dobbelt indirekte system

B – Indirekte luftet system

E – Høytrykks indirekte system

C – Indirekte luftet, lukket system

Vedlegg 4.2

Kuldetekniske data for utvalgte kuldemedier

Side 1

Kuldemedie- gruppe		Beteg- nelse	Navn Komponenter i blanding	Kjemisk formel Blandings- forhold, %	Molvekt	Normal- koke- punkt, °C	Kritisk tempe- ratur, °C	Temp.- glidning ved 1 bar K
ASHRAE /CEN	PED							
A1	2	R-22	Klordifluormetan	CHClF ₂	86.5	-40.8	96.0	0
A1	2	R-23	Trifluormetan	CHF ₃	70	-82.1	25.6	0
A1	2	R-125	Pentafluoretan	CF ₃ CHF ₂	120.0	-48.1	66.3	0
A1	2	R-134a	Tetrafluoretan	CF ₃ CH ₂ F	102.0	-26.2	100.6	0
A1	2	R-718	Vann	H ₂ O	18.0	100.0	374	0
A1	2	R-744	Karbondioksid	CO ₂	44.0	-78.4	31.1	0
A1	2	R-404A	R-125/R-143a/ R-134a	44/52/4	97.6	-46.5	74.4	0.8
A1	2	R-407C	R-32/R-125/ R-134a	23/25/52	85.9	-43.8	73	7.1
A1	2	R-407F	R-32/R-125/ R-134a	30/30/40	82.1	-46.1	82.7	6.4
A1	2	R-408A	R-125/R-143a/ R-22	7/46/47	87	-44.6	83	0.5
A1	2	R-410A	R-32/R-125	50/50	72.6	-51.6	72	0.1
A1	2	R-417A	R-125/R-134a/ R-600	46.6/50/3.4	106.7	-38.0	87.0	5.1
A1	2	R-422A	R-125/R-134a/ R-600a	85.1/11.5/3.4	113.6	-46.5	71.8	2.4
A1	2	R-422D	R-125/R-134a/ R-600a	65.1/31.5/3.4	109.9	-43.2	79.6	4.8
A1	2	R-427A	R-32/R-125/ R-143a/R-134a	15/25/10/50	90.4	-43.2	86	6.7
A1	2	R-437A	R-125/R-134a/ R-600/R-601	19.5/78.5/1.4/0.6	103.7	-32.9	96.3	3.7
A1	2	R-438A	R-32/R-125/ R-134a/R-600/ R-601a	8.5/45/44.2/0.6	99.1	-43.0	99.1	6.6
A1	2	R-448A ¹	R-32/R-125/ R-134a/R-234yf/ R-1234ze	26/26/21/20/7	86.3	-45.9	83.7	6.1
A1	2	R-449A ¹	R-32/R-125/ R-134a/R-1234yf	24.3/24.7/25.7/25.3	87.2	-46.0	87.2	6.1
A1	2	R-450A ²	R-134a/ R-1234ze	42/58	108.7	-23.4	104.4	0.6

Vedlegg 4.2

Kuldetekniske data for utvalgte kuldemedier

Side 2

Kuldemedi-gruppe		Betegn-else	Navn Komponenter i blanding	Kjemisk formel Blandings- forhold, %	Molvekt	Normal- koke- punkt, °C	Kritisk tempe- ratur, °C	Temp.- glidning ved 1 bar K
ASHRAE /CEN	PED							
A1	2	R-452A ¹	R-32/R-125/ R-1234yf	11/59/30	103.5	-47.0	74.9	3.8
A1	2	R-507A	R-125/R-143a	50/50	98.9	-46.7	71	≈ 0
A1	2	R-508A	R-23/R-143a	39/61	100.1	-86.0	11	≈ 0
A1	2	R-513A ²	R-134a/R-1234yf	44/56	108.4	-29.2	96.5	≈ 0
A2L	1	R-1234yf	2,3,3,3-tetra- fluorpropen	CF ₃ CF=CH ₂	114.0	-26	94.7	0
A2L	1	R-1234ze	Trans-1,3,3,3-te- tra-fluor-propen	CF ₃ CF=CHF	114.0	-19	109.4	0
A2L	1	R-143a	Trifluoretan	CF ₃ CH ₃	84.0	-47.0	73.1	0
A2L	1	R-32	Difluormetan	CH ₂ F ₂	51.6	-51.7	78.4	0
A2L	1	R-444B ³	R-32/R-152a/ R-1234ze	41.5/10.0/48.5	72.8	-44.6	?	9.7
A2L	1	R-447A ⁴	R-32/R-125/ R-1234ze	68.0/3.5/28.5	63.0	-49.3	?	5.1
A2L	1	R-454A ¹	R-32/R-1234yf	35/65	80.5	-48,3	85,6	5
A2L	1	R-455A ¹	R-32/R-1234yf/ R-744	21.5/75.5/3	87.5	-52.3	85.6	12.9
A2	1	R-152a	Difluoretan	CHF ₂ CH ₃	66.1	-25.0	113.5	0
A2	1	R-413A	R-134a/R-218/ R-600a	88/9/3	104	-29.4	101.3	2.0
A3	1	R-50	Metan	CH ₄	16.0	-161.0	-82.6	0
A3	1	R-170	Etan	CH ₃ CH ₃	30.1	-89.0	32.2	0
A3	1	R-290	Propan	CH ₃ CH ₂ CH ₃	44.1	-42.1	96.8	0
A3	1	R-600	Butan	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	58.1	- 0.5	152.0	0
A3	1	R-600a	Isobutan	CH(CH ₃) ₃	58.1	-11.7	135.0	0
A3	1	R-601	Pentan	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	72.1	36	196.6	0
A3	1	R-601a	Isopentan	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃	72.1	27	187.8	0

1 - HFO-blanding til erstatning for R-404A/R-507A

2 - HFO-blanding til erstatning for R-134a

3 - HFO-blanding til erstatning for R-22/R-407C

4 - HFO-blanding til erstatning for R-410A

Vedlegg 4.3

HMS-data for utvalgte kuldemedier

Side 1

Kuldemedie-gruppe		Betegnelse	Navn Komponenter i blanding	Praktisk grense, kg/m ³	Nedre brennbar- hetsgrense, kg/m ³	Tennstem- peratur, °C	GWP ¹⁾
ASHRAE /CEN	PED						
A1	2	R-22	Klordifluormetan	0.3	-	-	1760
A1	2	R-23	Trifluormetan	0.68	-	-	12400
A1	2	R-125	Pentafluoretan	0.37	-	-	3170
A1	2	R-134a	Tetrafluoretan	0.21	-	-	1300
A1	2	R-718	Vann	-	-	-	-
A1	2	R-744	Karbondioksid	0.1	-	-	1
A1	2	R-404A	R-125/R-143a/R-134a	0.52	-	-	3940
A1	2	R-407C	R-32/R-125/R-134a	0.31	-	-	1620
A1	2	R-407F	R-32/R-125/R-134a	0.32	-	-	1670
A1	2	R-408A	R-125/R-143a/R-22	0.41	-	-	3260
A1	2	R-410A	R-32/R-125	0.44	-	-	1920
A1	2	R-417A	R-125/R-134a/R-600	0.15	-	-	2130
A1	2	R-422A	R-125/R-134a/R-600a	0.29	-	-	2850
A1	2	R-422D	R-125/R-134a/R-600a	0.26	-	-	2470
A1	2	R-427A	R-32/R-125/R-143a/R-134a	0.29	-	-	2020
A1	2	R-437A	R-125/R-134a/R-600/R-601	0.081	-	-	1640
A1	2	R-438A	R-32/R-125/R-134a/ R-600/R-601a	0.079	-	-	2060
A1	2	R-448A	R-32/R-125/R-134a/ R-1234yf/R-1234ze	0.39	-	-	1270
A1	2	R-449A	R-32/R-125/R-134a/ R-1234yf	0.37	-	-	1280
A1	2	R-450A	R-134a/R-1234ze	0.32	-	-	547
A1	2	R-452A	R-32/R-125/R-1234yf	0.44	-	-	1950
A1	2	R-507A	R-125/R-143a	0.53	-	-	3990
A1	2	R-508A	R-23/R-143a	0.22	-	-	11600
A1	2	R-513A	R-134a/R-1234yf	0.32	-	-	573
A2L	1	R-1234yf	2,3,3,3-tetrafluorpropen	0.058	0.289	405	<1
A2L	1	R-1234ze	Trans-1,3,3,3-tetrafluorpropen	0.061	0.303	368	<1
A2L	1	R-143a	Trifluoretan	0.048	0.282	750	4800
A2L	1	R-32	Difluormetan	0.061	0.307	648	677

Vedlegg 4.3

HMS-data for utvalgte kuldemedier

Side 2

Kuldemedie- gruppe	PED	Beteg- nelse	Navn Komponenter i blanding	Praktisk grense, kg/m ³	Nedre brenn- barhets- grense, kg/m ³	Tenntem- peratur, °C	GWP
ASHRAE /CEN							
A2L	1	R-444B	R-32/R-152a/R-1234ze	0.069	0.345	?	295
A2L	1	R-447A	R-32/R-125/R-1234ze	0.042	0.210	?	572
A2L	1	R-454A	R-32/R-1234yf	0.056	0.278	?	238
A2L	1	R-455A	R-32/R-1234yf/R-744	0.061	0.305	?	145
A2	1	R-152a	Difluoretan	0.027	0.130	455	138
A2	1	R-413A	R-134a/R-218/R-600a	0.08	0.375	?	1950
A3	1	R-50	Metan	0.006	0.32	645	30
A3	1	R-170	Etan	0.0086	0.038	515	6
A3	1	R-290	Propan	0.008	0.038	470	3
A3	1	R-600	Butan	0.0089	0.038	365	4
A3	1	R-600a	Isobutan	0.011	0.043	460	3
A3	1	R-601	Pentan	0.008	0.035	260	5
A3	1	R-601a	Isopentan	0.008	0.038	420	5
A3	1	R-1150	Etylen	0.006	0.036	490	4
A3	1	R-1270	Propen (propylen)	0.008	0.046	455	2
A3	1	E-170	Dimetyleter	0.013	0.064	235	1
B2L	1	R-717	Ammoniakk	0.00035	0.116	630	0

1) Verdier for GWP-faktor er basert på IPCCs femte vurderingsrapport.

Vedlegg 4.4

Samlet bidrag til global oppvarming fra kuldeanlegg og varmepumper (TEWI)

Forkortelsen TEWI står for "total equivalent warming impact", eller samlet bidrag til global oppvarming.

TEWI kombinerer effekten av direkte bidrag fra utslipp av kuldemedium med drivhusvirkning og det indirekte bidraget fra den karbondioksid som dannes i forbindelse med produksjon av elektrisk kraft for å drive anlegget.

Beregning av TEWI kan benyttes for å evaluere hvilket anleggsalternativ av flere som vil gi det minste bidraget til global oppvarming over anleggets levetid.

TEWI beregnes ved hjelp av følgende formel:

$$TEWI = [GWP \times L \times n] + [GWP \times m \times (1 - \alpha)] + [n \times E \times \beta]$$

$$[GWP \times L \times n]$$

- bidraget fra kuldemedielekkasje

$$[GWP \times m \times (1 - \alpha)]$$

- bidraget fra tap ved gjenvinning av medium

$$[n \times E \times \beta]$$

- bidraget fra CO₂-dannelse i forbindelse med elproduksjonen

hvor:

GWP - "global warming potential", kuldemediets

styrke som drivhusgass (i forhold til CO₂)

L - kuldemedielekkasje fra anlegget, kg/år

n - anleggets levetid, år

m - kuldemediefyllingen på anlegget, kg

α - gjenvinningsvirkningsgraden (0 - 1), -

E - anleggets årlige energiforbruk, kWh/år

β - spesifikt CO₂-utslipp ved elproduksjonen, kg

CO₂/kWh

Merknad 1: Faktor β kan variere svært mye fra land til land avhengig av på hvilken måte elkraften blir produsert. For et varmekraftverk vil CO₂-produksjonen ligge på 0.6 - 0.7 kg CO₂ per kWh el produsert. Norsk elproduksjon er hovedsakelig basert på vannkraft som har null CO₂-utslipp.

Merknad 2: TEWI er en anleggsspesifikk størrelse etter som mange av faktorene som inngår ved beregningene gjelder bare for det aktuelle anlegget. Det er derfor av liten verdi å sammenligne TEWI for anlegg med ulike formål og i ulike omgivelser.

Vedlegg 4.5

Ammoniakkgass' innvirkning på mennesker

Beskrivelse	Konsentrasjon	
	ppm	g/m ³
Kan luktes	5 - 20	0.004 - 0.015
Ubehagelig, men ikke farlig innen 1-2 t	100 - 200	0.08 - 0.15
Utålelig	500 - 1000	0.4 - 0.8
Farlig innen 30-60 min	1200 - 1800	0.9 - 0.14
Dødbringende eller alvorlig skade innen få minutter	3000 - 6000	2.3 - 4.6

ppm - "parts per million", milliondeler (på volumbasis)

1 vol % = 10000 ppm

Vedlegg 4.6

CO₂- gass' innvirkning på mennesker

0.04 %	Normal konsentrasjon i luft
2 %	50 % økning i pustefrekvens
3 %	100 % økning i pustefrekvens (Short term exposure limit. 10 min STEL)
5 %	300 % økning i pustefrekvens. Hodepine og svette kan komme etter ca. 1 time. Kan tåles av de fleste, men er fysisk belastende
8-10 %	Hodepine etter 10-15 minutter. Svimmelhet, øresus, blodtrykk øker, høyere puls, oppstemhet, kvalme
10-18 %	Etter få minutter: Krampe tilsvarende epileptisk anfall, tap av bevissthet og sjokk (plutselig blodtrykksfall). Offeret kommer seg fort i frisk luft
18-20 %	Symptomer tilsvarende et slagtilfelle

Vedlegg 4.7

Sentrale data for noen aktuelle kulde- og varmebærere

Kjemi - kalium	Kjemisk formel	Laveste praktiske bruks- temperatur, °C	Fryse- punkt °C	Konsen- trasjon, vekt. %	Tetthet ¹ , kg/m ³	Spes. varme- kapasitet ¹ , kJ/kgK	Kinematisk viskositet ¹ , mm ² /s	Termisk kondukti- vitet ¹ , W/mK
Vann	H ₂ O	+ 2		-	1000	4.19	1.8	0.59
Etylengly- kol – vann	C ₂ H ₆ O ₂	- 40	-15	30.5	1048	3.65	5.1	0.44
			-40	52.8	1090	2.96	43.6	0.35
Propy- lenglykol – vann	C ₃ H ₈ O ₂	- 25	-15	32.9	1036	3.85	10.4	0.41
			- 40 ²	-	-	-	-	-
Etanol – vann	C ₂ H ₅ OH	- 45	-15	24.4	973	4.29	8.0	0.42
			- 40	53.1	947	3.38	39.1	0.30
Kalsium- klorid ³ – vann	CaCl ₂	- 45	-15	18.0	1167	3.13	2.9	0.54
			- 40	28.3	1284	2.69	12.0	0.49
Kalium- karbonat ³ – vann	K ₂ CO ₃	- 30	- 15	27.0	1276	3.02	3.4	0.53
			- 40 ²	-	-	-	-	-
Kalium- formiat ³ – vann	HCOOK	- 45	- 15	24.0	1157	3.30	2.4	0.52
			- 40	43.0	1303	2.72	8.7	0.45
Kalium- acetat ³ – vann	CH ₃ COOK	- 45	- 15	24.0	1132	3.30	4.5	0.49
			- 40	39.0	1228	2.86	24.4	0.42
Ammo- niakk ³ – vann	NH ₃	- 50	- 15	10.8	961	4.23	2.4	0.48
			- 40	21.0	939	4.29	7.5	0.39

¹ Gjelder ved temperatur 10 K over frysepunktstemperaturen

² Ikke praktisk anvendelig ved så høy konsentrasjon

³ Mindre egnet som varmebærere på grunn av korrosivitet ved høy temperatur

Stoffdata kan variere litt avhengig av hvilke kilder som benyttes.

Vedlegg 5.1

Retningsgivende gasshastigheter i rørsystemet i kuldeanlegg

Kuldemedium	Ammoniakk		HFK		CO ₂	
Fordampingstemperatur, °C	- 10	- 40	- 10	- 40	- 10	- 40
Sugeledning, m/s	14-16	17-19	9-10	10-12	11-12	11-15
Trykkledning, m/s	8-10	10-12	6-7	7-8	8-9	9-10
Returledning, m/s	7-9	9-11	5	5-6	6	6-7

Merknad: Tabellen er basert på middels rørdimensjoner. Ved særlig små dimensjoner bør lavere hastigheter velges. Ved særlig store dimensjoner kan høyere hastigheter tillates. Passende hastigheter bør her bestemmes gjennom egne beregninger.

Tabellen forutsetter 4000-6000 timer årlig driftstid.

Vedlegg 5.2

Retningsgivende temperaturdifferanser i fordampere og kondensatorer

Type varmeveksler	Θ_{inn}	Δt
Luftkjøler	8 - 10	2 - 3
Væskeskjøler	6 - 7	2 - 3
Luftkjølt kondensator	10 - 12	5 - 6
Sjøvannskjølt kondensator	6 - 7	3 - 4
Nettvannskjølt kondensator	~ 27	~ 25
Fordunstningskondensator	8 - 10 ¹	

¹ Gjelder differanse mellom kondenseringstemperatur og våtkuletemperatur

Symboler:

Θ_{inn} - inngående temperaturdifferanse

Δt - temperaturendring kjølt/oppvarmet medium

Tabellen forutsetter 4000-6000 timer årlig driftstid. Ved luftkondisjoneringsforhold (1000 h/år) kan Θ_{in} v beregningsmessig sett økes med 50 % i forhold til tabellverdiene. Det må kontrolleres at en ikke kommer utenfor tillatt driftsområde

NB! I enkelte tilfeller kan det være nødvendig å avvike fra de retningsgivende verdiene ovenfor. Eksempelvis kan det være nødvendig med lavere temperaturdifferanse enn den økonomisk optimale for å redusere uttørring i kjølerom for grønnsaker o.l.

Vedlegg 7.1

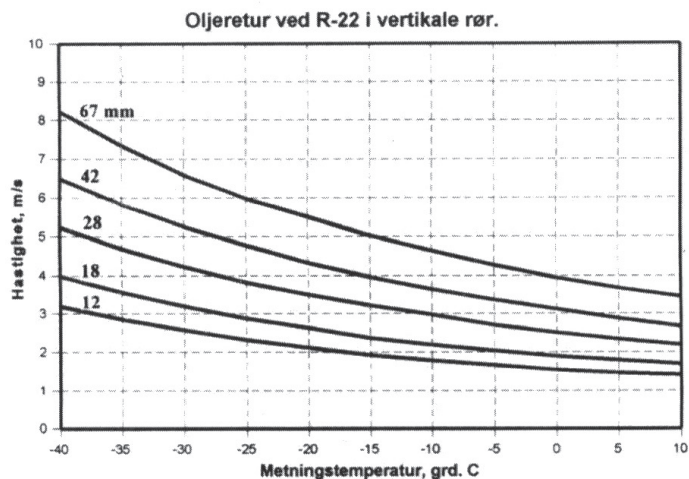
Anbefalt væskehastighet i rørkjelvarmevekslere

Rørmateriale	Hastighetsområde, m/s
Stål	1.0 - 2.5
Kobber	1.0 - 2.5
Aluminiumbronse	1.0 - 2.5
Kobbernikkel	1.0 - 3.0

For stålør benyttet i varmevekslere anbefales ikke hastigheter over 1,5 m/s dersom vannet inneholder partikkelforurensninger.

Vedlegg 8.1

Retningsgivende minste gashastighet for sikker oljeretur i vertikalt rør



Anbefalt minste gashastighet for oljeretur i vertikale rør med R-22/mineralolje (ISO 32). Etter ASHRAE.

Kurvene gjelder for 5 K overhetet gass. For andre driftsbetingelser og andre kuldemedier: se beregningsmetode nedenfor.

NB! Ved høyere viskositet enn 32 cSt må hastigheten økes.

For horisontale rør (fall 5 mm/m) anbefales minimum 2 – 4 m/s, høyest ved store rørdimensjoner.

For andre driftsbetingelser og andre medier:

Gashastigheten beregnes i henhold til formelen under:

$$c_{R-x} = c_{R-22} \cdot (\rho_{R-22} / \rho_{R-x})^{0.5} \text{ [m/s]}$$

c_{R-x} : minste hastighet for oljeretur til aktuelt medium ved valgt trykk og temperatur, m/s

c_{R-22} : hastighet for R-22 i følge diagrammet ovenfor, m/s

ρ_{R-22} : tetthet for R-22 ved aktuell metningstemperatur og 5 K overhetning, kg/m³

ρ_{R-x} : tetthet for aktuelt kuldemedium ved aktuell metningstemperatur og overhetning, kg/m³

Eksempel:

Beregn nødvendig gashastighet for oljetransport i et vertikalt returrør i et fryseanlegg med CO₂. Innvendig rørdiameter er 42 mm. Metningstemperaturen er -35°C og gassen er 10 K overhetet.

Nødvendig gashastighet for R-22 leses av i diagrammet til ca. 5.8 m/s ved rørdiameter 42 mm.

Gasstettheten for R-22 ved t'' = -35°C, t = -30°C: $\rho_{R-22} = 5.86 \text{ kg/m}^3$

Gasstettheten for CO₂ ved t'' = -35°C, t = -25°C: $\rho_{CO_2} = 29.15 \text{ kg/m}^3$

Nødvendig hastighet ved CO₂: $5.8 \text{ m/s} \cdot (5.86 / 29.15)^{0.5} = 2.6 \text{ m/s}$

Vedlegg 8.2

Krav til vakuum i kuldeanlegg og varmepumper

Tabell 1. Metningstrykk for vann

Temp., °C	Trykk, Pa	Trykk, micron	Temp., °C	Trykk, Pa	Trykk, micron
-30	38	285	0	595	4463
-20	101	758	2	689	5168
-18	122	915	4	793	5948
-16	147	1103	6	910	6825
-14	177	1328	8	1040	7800
-12	212	1590	10	1196	8970
-10	254	1905	12	1365	10238
-8	303	2273	14	1560	11700
-6	359	2693	16	1768	13260
-4	426	3195	18	2002	15015
-2	504	3780	20	2275	17063

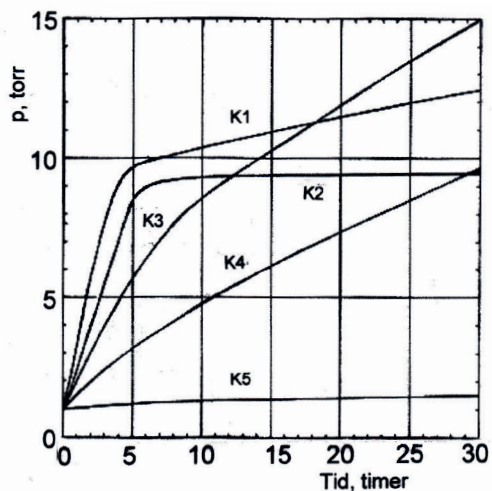
Trykket kan regnes om fra Pascal ($\text{Pa} = \text{N/m}^2$) til micron ved å multiplisere med 7.50 og regnes om fra micron til torr (= mm Hg) ved å dividere med 1000.

Tabell 2. Minstekrav til sluttvakuum for ulike typer kuldeanlegg og varmepumper*

Anlegg/utstyr	HFK, HFO Hydrokarboner CO_2	Ammoniakk, konvensjonell olje	Ammoniakk, PAG-olje
Kjøle/frysemøbler Små klimaanlegg Små kommersielle anlegg	65 Pa (500 micron)		
Større kommersielle anlegg	265 Pa (2000 micron)	530 Pa (4000 micron)	265 Pa (2000 micron)
Industrielle anlegg	265 Pa (2000 micron)	530 Pa (4000 micron)	265 Pa (2000 micron)

* - Gjelder på selve anlegget etter stabiliseringsperioden. Gjelder for nye anlegg. For eldre anlegg med en del oljerester må brukes skjønn.

Typiske trykkforløp etter vakuumering



K1: Fuktig, utett

K2: Fuktig, tett

K3: Stor lekkasje

K4: Tørt, utett

K5: Tørt og tett

Vedlegg 8.3

ATTEST FOR STYRKEPRØVE, TETTHETSPRØVE OG VAKUUMPRØVE

Utført etter prosedyrer som beskrevet i Norsk kuldenorm

Leverandør: _____

Kjøper: _____

Anlegg nr./type : _____

Seksjon nr.	1	2	3	4
Beskrivelse av seksjonen				
Tillatt maksimaltrykk, baro				

STYRKEPRØVE

Provetrykk, baro				
Holdetid, min				
Provemedium				
Merknader				
Dato/signatur				

TETTHETSPRØVE

Provetrykk, baro				
Holdetid, min				
Provemedium				
Merknader				
Dato/signatur				

VAKUUMPRØVE

(NB! Vakuumpumpen skal være avstengt)

Provetrykk, Pa				
Holdetid, min				
Merknader				
Dato/signatur				

Vedlegg 8.4

MONTASJEATTEST

Leverandør: _____

Kjøper: _____

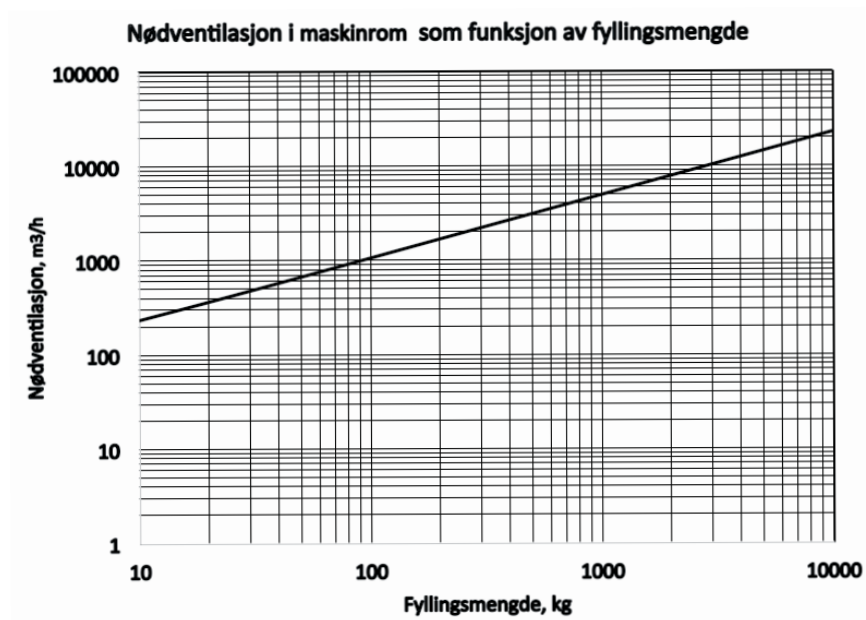
Anlegg nr./type: _____

Sted/dato: _____ Ansv. montør : _____

(sign.)

Anleggsseksjon nr.				
Beskrivelse av seksjonen				
	Ja	Merknader	Ja	Merknader
Materialvalg i rør og rørdeler er i henhold til PED/Norsk kuldenorm				
Rør og rørdeler er kontrollert for smuss/- rengjort før montasje				
Type forbindelser og sammenføyningsmetoder er iflg. Norsk kuldenorm				
Alle skjulte forbindelser er loddet/sveist				
Inertgass er benyttet ved lodding/sveising				
Tiltrekning er kontrollert for alle skruforbindelser				
Rørøplegg og rørklamring er i henhold til Norsk kuldenorm				
Fall på rørstrekk er kontrollert og funnet i orden				
Nødvendige hensyn til effektiv oljeretur er ivare tatt				
Rørsystemet er kontrollert for utilsiktede væskesekker				
Montasjen forøvrig er utført i henhold til god kuldeteknisk praksis				

Vedlegg 10.1



Vedlegg 12.1

ATTEST FOR UTFØRT FERGIGKONTROLL AV KULDEANLEGG/VARMEPUMPE

Leverandør: _____

Kjøper: _____

Anleggsidentifikasjon: _____

Kuldemedietype: _____ Påfylt mengde: _____ kg

Trykk og temperaturgrenser høytrykksiden:

Tillatt maksimaltrykk (PS_høy): _____ bar o Tillatt maksimaltemperatur ved PS_høy: _____ °C

Trykk og temperaturgrenser lavtrykksiden:

Tillatt maksimaltrykk (PS_lav): _____ bar o Tillatt maksimaltemperatur ved PS_lav: _____ °C

Åpningstrykk for trykkavlastningsanordninger		
Sikret system/systemdel	Avlastningsanordning, type og identifikasjon	Påstemplet åpningstrykk, bar

Kontrollelementer i ferdigkontroll	Aksept		Merknader
	Ja	Nei	
Anlegget, generell visuell inspeksjon, jfr. 12.2.1			
Hovedkomponenter og sammenstilling, jfr. 12.2.2			
Sikkerhetsutstyret, jfr. 12.2.3			
Rørsystemet, jfr. 12.2.4			
Kuldemedium og olje, jfr. 12.2.5			
Merking og dokumentasjon, jfr. 12.2.6			
Verne- og beredskapsutstyr, jfr. 12.2.7			
Oppstillingssted og hjelpeutrustning, jfr. 12.3			
Kontrollelementer i driftsprøve			
Klargjøring for drift/forkontroll, jfr. 12.5.1			
Driftsprøve med funksjonskontroll, jfr. 12.5.2			
- Sikkerhetsautomatikkens funksjon (utenom sikkerhetsventiler)			
- Reguleringsautomatikkens innstilling og funksjon			
- Driftsstabilitet etter innregulering			

Innstillingsdata er ført på stk. separate skjemaer.

Ansvarlig representant for leverandør:.....

(Dato/sign.)

Rørføring i kuldeanlegg

Professor Einar Brendeng, Institutt for klima- og kuldeteknikk, NTNU, Gjennomgått av Teknisk Råd i Norsk Kjøleteknisk Forening desember 2006.

Innholdsfortegnelse

1. Krav til rørføring i kuldeanlegg
2. Sugeledninger
3. Rørføring kompressor - kondensator
4. Rørføring kondensator - væskesamler
5. Væskeledninger
6. Returledninger
7. Væskeledninger for pumper i resirkulasjonssystem
8. Sugeledninger til pumper i resirkulasjonssystem

Litteratur

1. KRAV TIL RØRFØRING I KULDEANLEGG

Rørsystemet i et kuldeanlegg har stor betydning for anleggets driftssikkerhet og driftsøkonomi. I rørledningene skal kuldemedium i væske- og dampform, og eventuelt olje, transporteres med passende trykkfall mellom de forskjellige apparater. Det er viktig at denne transporten foregår jevnt, og at det ikke er sekker i systemet som for eksempel kan gi anledning til oppsamling av væske eller olje i en dampledning, eller gi støtvis befordring i en returledning ved tofase-strømning. En olje- eller væskesekk som plutselig tømmes når trykkfallet blir stort nok, kan forårsake uregelmessigheter i driften eller endog maskinhavari.

Et rørsystem må altså oppfylle følgende krav:

- 1) Optimalt trykktap
- 2) Bringe olje tilbake til kompressor ved sugeledningen i fluorcarbonanlegg
- 3) Unngå at kuldemedium og olje føres til stillestående kompressor ved flere parallellkoblede kompressorer
- 4) Unngå at kondensert kuldemedium og olje strømmer tilbake til kompressorens trykkside ved stillstand
- 5) Unngå uønskede oljelommer, også ved delbelastning
- 6) Unngå støy og vibrasjoner

Det vil ikke være prinsipielle forskjeller i opplegget av rørsystem for NH₃- og fluorcarbonanlegg. I fluorcarbonanlegg er det imidlertid oppløst olje i kuldemedievæsken fra kondensatoren, og for at kompressoren skal kunne holdes i drift uten oljepåfylling, må denne oljemengde føres tilbake til kompressoren ved sugeledningen. Ved NH₃-anlegg løses ikke oljen i kuldemedievæsken, men kan likevel rives med over til lavtrykkssiden. Det er imidlertid små muligheter for å bringe oljen tilbake til kompressoren ved sugeledningen, og man må derfor sørge for at olje kan tappes av på lavtrykkssiden på kuldeanlegget.

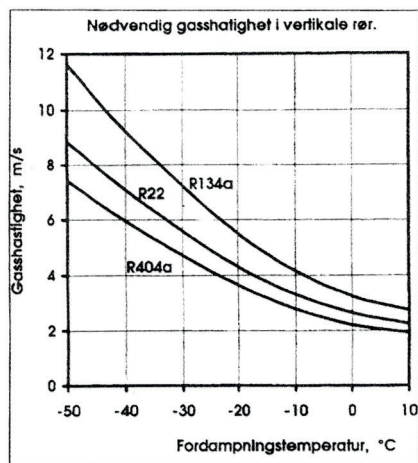
2. SUGELEDNINGER

Fluorcarbonanlegg Ved et fluorcarbonanlegg må sugeledningen også kunne befordre olje fra fordamper til kompressor.

Den må derfor tilfredsstille følgende krav

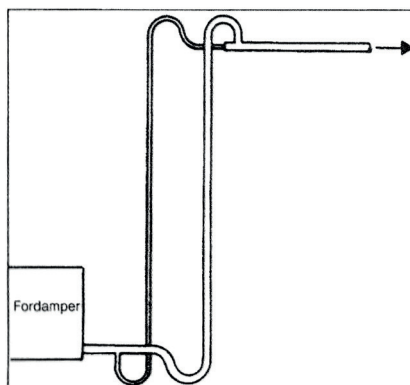
- gi optimalt trykktap
- gi sikker oljeretur under alle forhold
- forhindre overflytting av kuldemedium eller olje til andre fordampere

Man kan regne med sikker oljeretur i horisontale rørledninger lagt med fall 5 mm/m, ved hastigheter 2,5-4 m/s. I oppadstigende vertikale rørledninger kan man anslå hastigheter etter Fig. 1. (NB! Kurvene er veiledende) Mindre fall kan kompenseres med større gasshastighet, (men vær obs på økende trykkfall).



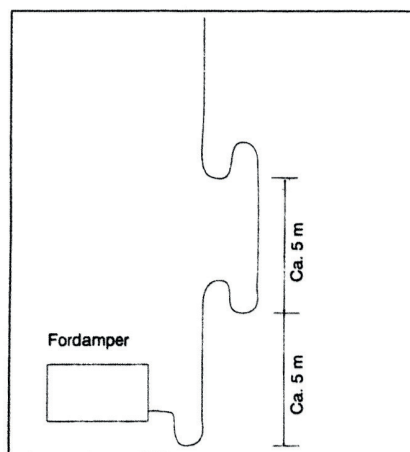
Figur 1

Ved kompressorer med ytelsesregulering kan man lett få hastigheter under minimumsgrensen, og det kan være nødvendig å benytte doble stigerør. Hovedløpet blokkeres her ved at olje samler seg i oljelåsen ved redusert ytelse, og kuldemedium og olje befordres i sekundærløpet med mindre diameter, Fig. 2.



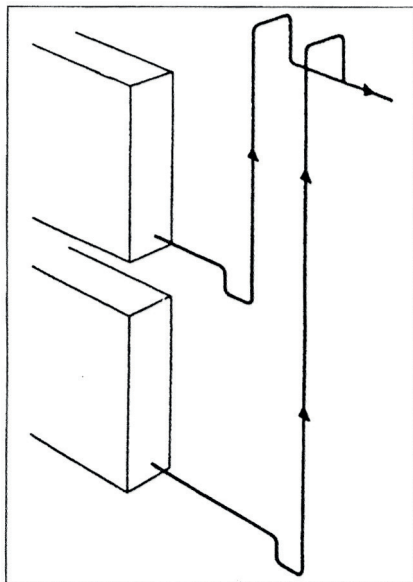
Figur 2

Ved større løftehøyder enn 6 m bør det settes inn flere oljelåser med maksimal avstand 4 - 6 m. Fig. 3.



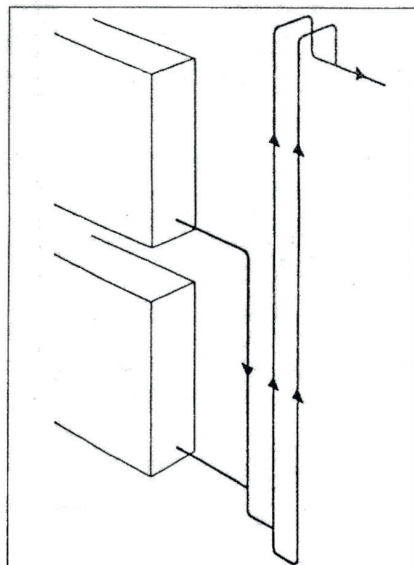
Figur 3

Ved anlegg med flere parallelle fordampere må sugeledningen utføres slik man ikke får overført kuldemedium og olje fra en fordamper til en annen, Fig. 4.



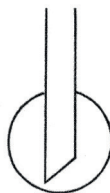
Figur 4

Fordampere med horisontale kuldemedieløp eller væsketilførsel i toppen, må heller ikke kunne dreneres til sugeledningen, Fig. 5.



Figur 5

Også ved innføring til kompressoren må det tas hensyn til oljereturen. Sugeledningen legges med svakt fall, 5 mm/m, til kompressor, og ved flere parallellkoblede kompressorer må man påse at innsugningsforholdene blir mest mulig like, slik at oljen blir jevnt fordelt på kompressorene. Sugerør til hver enkelt kompressor tas ut enten ut via et skråskjært rør som stikkes ned fra toppen av samlestokken, Fig. 6, eller drenering av olje fra samlestokk i 1/4" rør som stikker litt over bunnen i samlestokken.



Figur 6

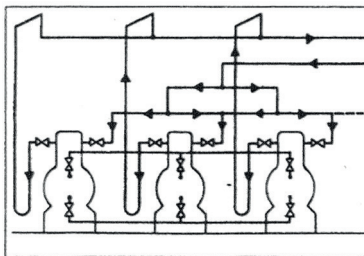
NH₃-anlegg

Ved NH₃-anlegg skal sugeledningen ikke befordre olje, og man behøver bare å ta hensyn til optimalt trykktap ved dimensjoneringen. For å forhindre at forurensninger blir ført til kompressor tas sugerøret til hver enkelt kompressor ut ovenfra eller i 45° fra sugefordelingsstokken, medium kondenserer i trykkledningen eller oljeutskilleren til kompressorer som ikke er i drift. Trykkledningen fra hver enkelt kompressor kan føres inn ovenfra eller fra siden til trykksamlestokken, Fig. 11.

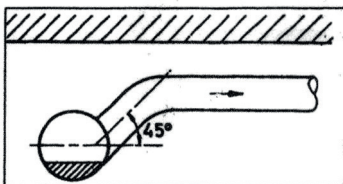
3. RØRFØRING KOMPRESSOR - KONDENSATOR FLUORCARBON-ANLEGG

Rørføringen kompressor - kondensator må gi tilfredsstillende hastighet, slik at olje befordres til kondensatoren. Dette er særlig viktig ved anlegg uten oljeutskiller. Det benyttes korte oljelåser før vertikale stigerør. Doble stigerør kan være nødvendig ved kompressorer med felles kondensator, Fig. 8 og 9. Ved større høyder enn 9 m bør det settes inn flere oljelåser med maksimal avstand 6 - 9 m. Ved bruk av oljeutskiller kan benyttes enkle stigerør, også ved kompressorer med ytelsesregulering.

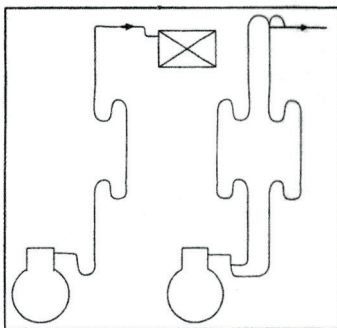
Særlig ved lange stigerør fra kompressor til kondensator kan det være fordelaktig å føre trykkørret i en sløyfe mot gulvet, Fig. 10. Dette forhindrer at kuldemedium som kan kondensere i stigerøret når kompressoren er ute av drift, renner tilbake til toppen av kompressoren. Det kan også monteres en tilbakeslagsventil. Ved flere parallell-koblede kompressorer benyttes alltid tilbakeslagsventiler, for å forhindre at kuldemedium kondenserer i trykkled-



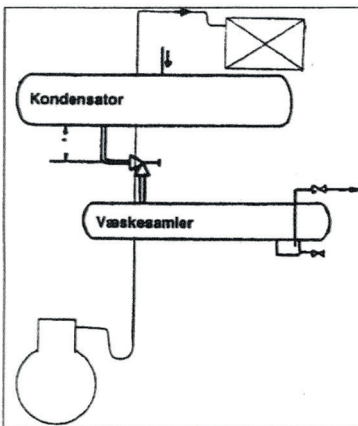
Figur 7



Figur 8

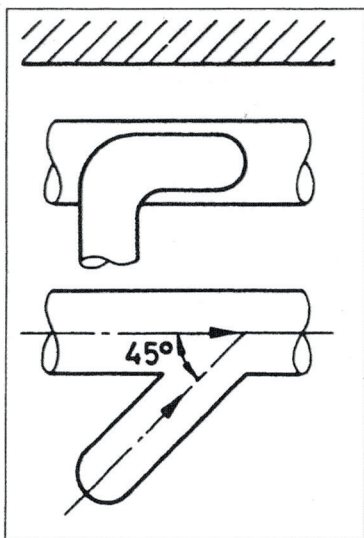


Figur 9



Figur 10

ningen eller oljeutskilleren til kompressorer som ikke er i drift. Trykkledningen fra hver enkelt kompressor kan føres inn ovenfra eller fra siden til trykksamlestokken. Fig. 11.



Figur 11

NH₃-anlegg

Ved NH₃-anlegg anvendes alltid oljeutskiller. Ved anlegg med stempelkompressorer, med oljeutskiller for hver kompressor.

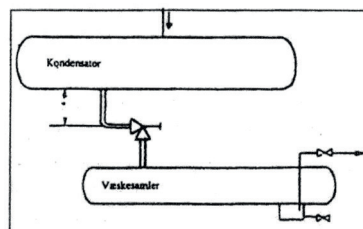
For skruekompressoranlegg plasseres tilbakeslagsventil før oljeutskiller, og også etter oljeutskiller, for å unngå utligning av trykket i oljeutskilleren til sugesiden gjennom kompressor. Dette gjelder selvfølgelig også der skruekompressoren benyttes i fluorcarbonanlegg.

4. RØRFØRING KONDENSATOR - VÆSKESAMLER

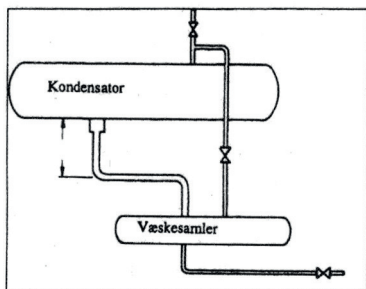
Kuldemediefyllingen i fordampere vil variere med belastningen. For eksempel for en fylt fordampere vil en fyllingsvariasjon fra 15% til 60% ikke være uvanlig. Denne fyllingsvariasjonen må tas opp av væskeutskilleren på lavtrykksiden, men i mange tilfelle vil man også ha behov for en væskesamler på høytrykksiden. Denne monteres etter kondensator, og en viss påpasselighet ved rørføringen fra kondensator til væskesamler vil være nødvendig.

Dersom væskesamleren er plassert kaldere enn laveste kondensasjons-temperatur, som ved system med væskesamleren montert i nær tilslutning til luftkjølt kondensator, vil man ikke få vanskeligheter med dreneringen av kondensatoren. I mange andre tilfelle kan omgivelsestemperaturen for væskesamleren være høyere enn kondensasjonstemperaturen, og spesielle hensyn må tas.

Ved de fleste kondensatortyper vil man få noen graders underkjøling på kuldemediet ut av kondensatoren. Ved vanlige gjennomstrømningsvæskesamlere, Fig. 12, vil denne underkjøling lett gå tapt, dersom væskesamleren er plassert varmere enn kondensasjonstemperaturen. Ved stigevæskesamlere, Fig. 13, vil man lettere kunne ta vare på underkjølingen.

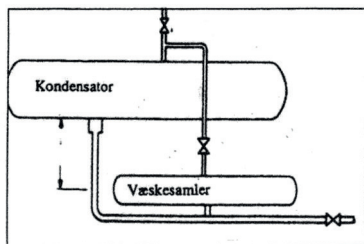


Figur 12



Figur 13

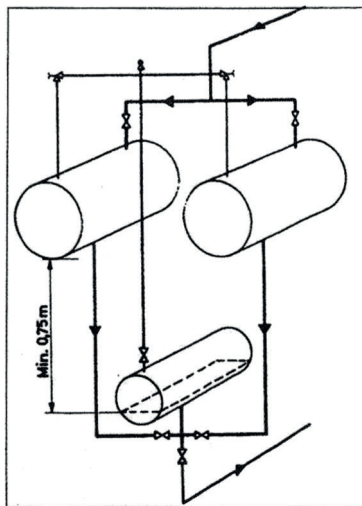
For rørkjeldensatorer, der trykktapet gjennom kondensatoren er lavt, kan man sikre tilfredsstillende driftsforhold ved tilstrekkelig stor rørdimensjon mellom kondensator og væskesamler, maksimal strømningshastighet 0.5 m/s, slik at damp fra væskesamleren kan passere i motstrøm til væsken og kondensere i kondensatoren, Fig. 12. Ventiler må monteres slik at det ikke dannes gass eller væskelås. Det kan også benyttes trykkutligningsrør opp til toppen av kondensatoren, Fig. 13. Trykktapene bør beregnes dersom man f.eks. har høy maskinromstemperatur.



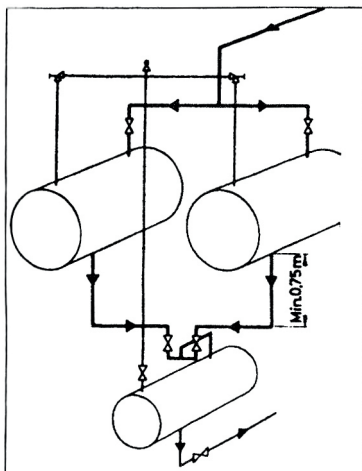
Figur 14

Ved stigevæskesamler, Fig. 14, kan væske-ledningen fra kondensator til væskesamler dimensjoneres for en vækehastighet opp til 0.75 m/s. Ventiler plasseres under væskespeilet.

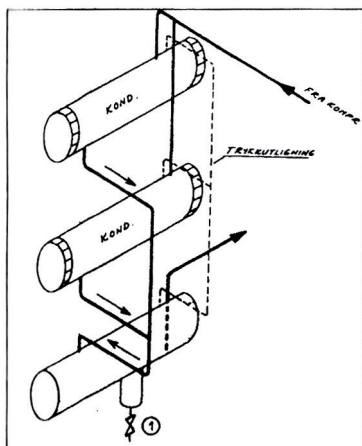
Dersom det benyttes flere like og likt belastede rørkjeldensatorer koblet i parallell på kuldemediesiden, kan rørene føres sammen før væskesamleren, og vækehastigheter velges som angitt ovenfor, Fig. 15 og 16.



Figur 15



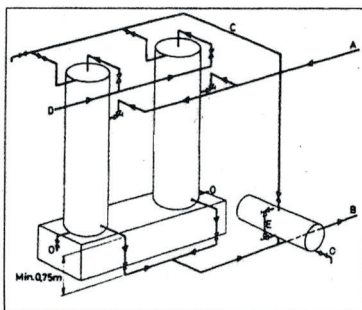
Figur 16



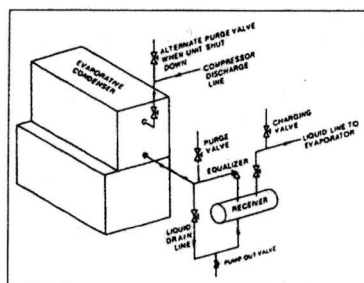
Figur 17

For NH3-anlegg er en plassering som vist i Fig. 17 mer vanlig. Hastigheten i dreneringsledningen bør ikke overstige 0.5 m/s, og de horisontale strekninger holdes så korte som mulig.

For vertikale rørkjeldensatorer blir rørføringen som vist i Fig. 18.

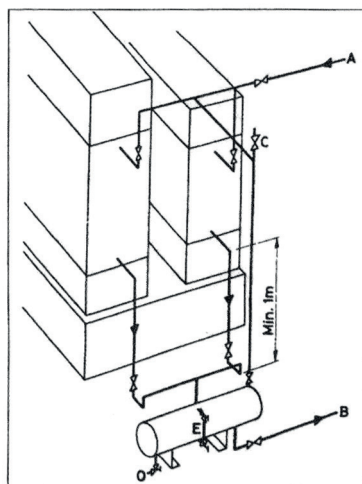


Figur 18



Figur 19

Ved kondensatorer med større trykktap på kuldemediesiden, som luftkjølte kondensatorer og fordunstningskondensatorer, må man ta spesielle hensyn til trykktapet, særlig ved parallellkobling av kondensatorer. Fig. 19 viser utførelse ved en kondensator, med gjennomstrømningsvæskesamler, der utligningsrøret er ført til utløpet av kondensatoren. Ved flere parallellkoblede kondensatorer benyttes arrangement som vist i Fig. 20.



Figur 20

Trykktapet gjennom kondensatorene kan være forskjellig, på grunn av forskjell i konstruksjon eller driftsforhold. Høyden H skal minst kunne tilsvare trykktapet mellom tilslutningsstedet for trykkutligningsrøret og væskesamleren ved alle tenkelige driftsforhold, dvs. dersom man bare tar med trykkfallet i kondensator.

Det må kontrolleres at høyden H er tilstrekkelig til at overfylling av en av kondensatorene unngås. Et sikkerhets-tilslag på 0.15 - 0.3 m anbefales.

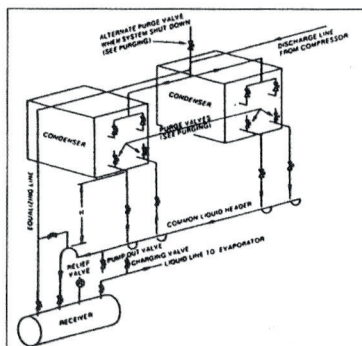
Vækestokken under kondensatorene i Fig. 21 må ha tilstrekkelig volum til at fall-rørene kan fylles til høyden H. Fig. 22 viser alternativ utførelse, der beholderen med angitt høyde X må ha tilstrekkelig volum for å fylle fallrørene til høyden H.

Ved utførelse med stigevæskesamler blir utførelsen som vist i Fig. 23, der man også har vist forholdet ved parallellkobling av rørkjolkondensator og fordunstningskondensator.

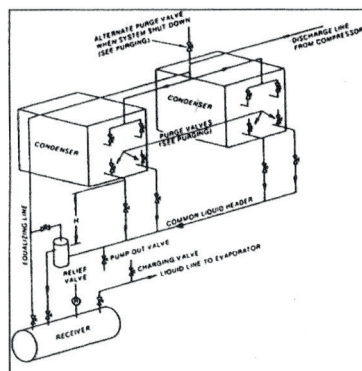
Hastigheten i væskeledning fra kondensator til væskesamler velges også ved disse utførelser 0.5 m/s.

5. VÆSKELEDNINGER

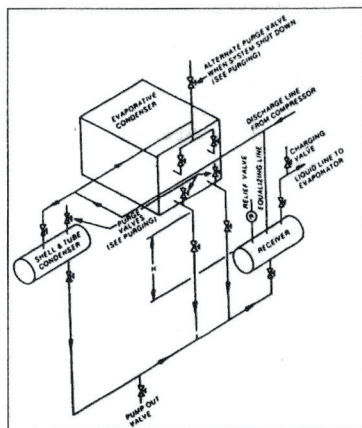
Væskeledningene gir som regel små problemer. Det må imidlertid påses at trykktapet og statisk høyde ved vertikalt oppadstigende rør ikke overstiger den verdi som svarer til underkjølingen i væskeledningen. Vanlige hastigheter er 1 m/s for NH₃ og 0.5 m/s for fluorcarboner. Dersom væsken ikke er tilstrekkelig underkjølt, vil man få damputvikling, med følgende konsekvenser:



Figur 21



Figur 22



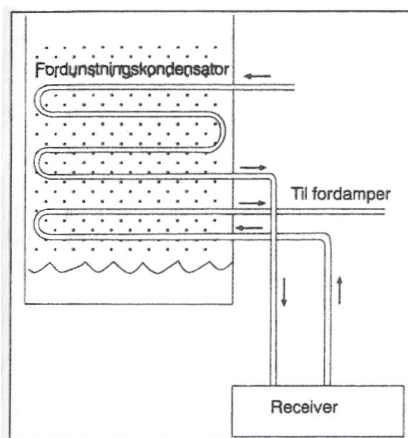
Figur 23

- trykktapet øker på grunn av større hastighet, forårsaket av dampandelen
- mulighet for utilstrekkelig væsketilførsel til fordamper
- kavitasjon og støy i strupeorganet
- ujevn væskefordeling i fordamper ved flere parallelle seksjoner

Tilstrekkelig underkjøling kan sikres ved

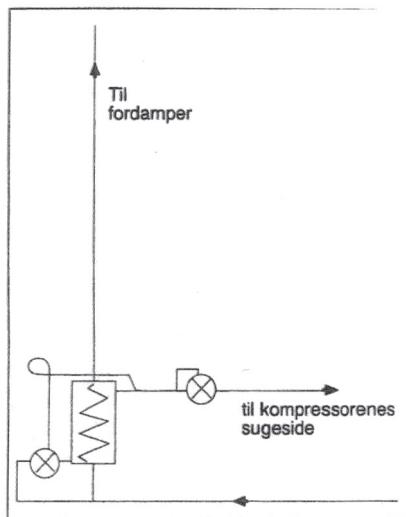
- kjølig plassering av væskesamler
- bruk av stigevæskesamler
- bruk av underkjølere
- bruk av varmeveksling væskerør – sugerør

Ved bruk av gjennomstrømningsvæskesamler kan underkjølingen fra kondensator gå tapt, og underkjølingsseksjonen i en fordunstningskondensator må legges etter kondensatoren, Fig. 24.



Figur 24

Ved vertikalt oppadstigende væskerør kan det være nødvendig med en egen underkjøler, Fig. 25.



Figur 25

6. RETURLEDNINGER

I anlegg med selvskulasjonsfordamper er returledningene fra fordamper til væskeutskiller sjelden særlig lange, og kan lett dimensjoneres når man har kjennskap til det maksimale sirkulasjonsforhold som oppnås.

I pumpe-sirkulasjonssystemer kan returledningene bli lange, og man må påse at trykktapet ikke blir for høyt.

Det trykfall man får i returledningen vil nemlig gi en nær tilsvarende underkjøling på væsken inn på fordamper. Dette kan gi dårlige varmeovergangsforhold i den første del av fordamperen, idet man bare får varmeovergang ved konveksjon inntil væsken er varmet opp til kokepunktet. Trykktallet må derfor beregnes, og varmeovergangsforholdene i fordamperen vurderes. Returledninger bør legges horisontalt eller vertikalt med nedstrøm. Oppstrøms vertikale ledninger bør om mulig unngås, fordi

man lett kan få oppstuvning i slike ledninger og ujevn befordring, særlig hvis hastigheten er for lav.

7. VÆSKELEDNINGER FRA PUMPER I RESIRKULASJONSSYSTEM

Væskehastighet i pumpeledninger velges som for vanlige væskeledninger. Det må påses at trykktapet ikke blir for stort for den pumpetype man benytter. Et totalt trykktap på 0.3 bar anses ofte passende.

8. SUGELEDNINGER TIL PUMPER I RESIRKULASJONSSYSTEM

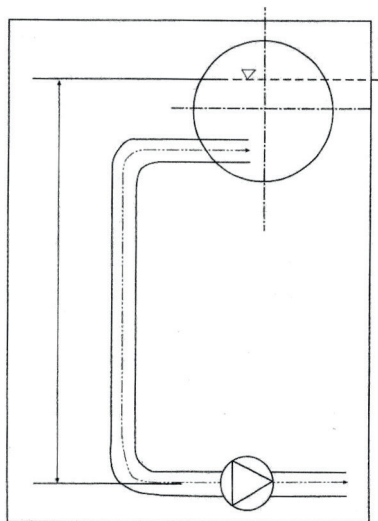
Pumpene i et resirkulasjonsanlegg suger væske på metningspunktet, og det skal lite til før kavitasjon kan inntruffe. Den statiske trykkøkingen ved væskesøylen i fallrøret må alltid være større enn trykkfallet, og temperaturøkning på grunn av varmetilførsel og temperatursenkning i systemet. Som regel vil man oppnå tilfredsstillende forhold ved en væskehastighet i fallrøret på ca. 1 m/s. Det må også påses at det ikke kan suges gass inn i fallrøret, enten ved at fallrøret tas ut fra siden på væskebeholderen, Fig. 26, eller ved at det innsettes antirotasjonsblikk.

En annen løsning er å utforme fallrøret med stor diameter, og ta ut røret til pumpen tangentfelt, slik at dampen kan stige opp i midten av fallrøret, Fig. 27. Det kan også settes inn en egen damputskiller for pumpen.

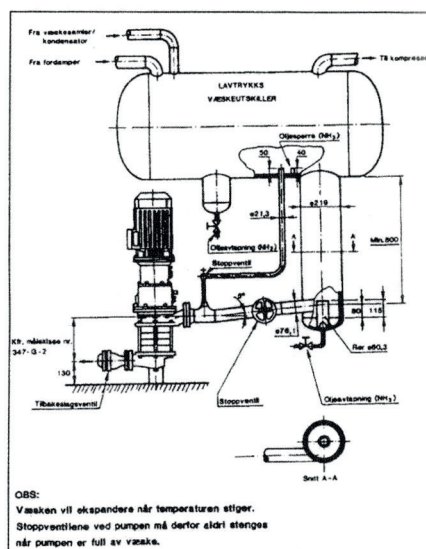
Alle ventiler i fallrør til væskepumper må gi lite trykktap, og det anbefales brukt kuleventiler.

Litteratur

- 1) ASHØE Handbook, 1973, Systems.
- 2) Danfoss: Dimensioning and arrangement of piping.
- 3) E. Böttiger: Smøreolje problemer i kommersielle



Figur 26



Figur 27

kuldeanlegg. Norsk Kjøleteknisk Møte 1979.

4) V Villadsen: Olie i køleanlæg. Norsk Kjøleteknisk Møte 1979.

5) Baltimore Aireoil Company, Evaporative Condenser Engineering Manual. Bulletin 146, June 1967.

6) G. Lorentzen: Kavitasjonsproblemet i forbindelse med væskepumper for kjøleanlegg. Kjøleteknikk og Fryserinæring, 6/1963.

7) Kataloger fra Kværner Kulde A/S.

Formelsamling med de mest tilknyttede formler innenfor kuldeteknikk

GENERELT

1. Temperaturskalaer

Celsius --> Kelvin $T = t + 273,15 \text{ [K]}$	Kelvin --> Celsius $t = T - 273,15 \text{ [°C]}$
Celsius --> Fahrenheit $t_F = \frac{9}{5}t_c + 32 \text{ [°F]}$	Fahrenheit --> Celsius $t_c = \frac{5}{9}(t_F - 32) \text{ [°C]}$

2. Trykk

- $p = p_e + p_a \text{ [bar]}$
 p = absolutt trykk [bara]
 p_e = overtrykk over atmosfæretrykket [bar]
 p_a = atmosfæretrykket (dagens barometerstand) [bar]

3. Væsketrykk

- $p = \rho \cdot g \cdot h \text{ [Pa]}$
 ρ = densitet (massetetthet) [kg/m³]
 g = tyngdens akselerasjon = 9,81 [m/s²]
 h = høydeforskjell til væskeoverflaten [m]

4. Følbar varme

- $Q = m \cdot c \cdot \Delta t \text{ [kJ]}$
 m = masse [kg]
 c = spesifikk varmekapasitet [kJ/kgK]
 Δt = temperaturforskjell [K]

5. Latent varme

- Smeltevarme: $Q = m \cdot l \text{ [kJ]}$
 l = spesifikk smeltevarme [kJ/kg]
 m = masse [kg]

- Fordampningsvarme: $Q = m \cdot r \text{ [kJ]}$
 r = spesifikk fordampningsvarme [kJ/kg]
 m = masse [kg]

6. Effekt

$$\Phi = \frac{Q}{t} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta t = \dot{m} \cdot \Delta h \text{ [kW]}$$

- Φ = effekt [kW]
 Q = Varme [kJ]
 t = tid [s]
 $1 \text{ kcal} = 4,186 \text{ kJ}$
 Δt = temperaturforskjell [K]
 Δh = entalpiforskjell [kJ/kg]
 $\dot{m}$ = massestrøm [kg/s]

VARME-/MASSETRANSPORT

7. Varmeledning

$$\Phi = \frac{A \cdot \lambda \cdot (t_1 - t_2)}{\delta} \text{ [W]}$$

- A = flaten varmen strømmer igjennom [m²]
 λ = termisk konduktivitet [W/mK]
 δ = tykkelsen på platen [m]
 $\Delta t = (t_1 - t_2)$ temperaturforskjellen mellom varm og kald side [K]

8. Varmeovergang

$$\Phi = A \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

- A = arealet på overflaten [m²]
 $\Delta t = (t_1 - t_2)$ forskjellen mellom overflate- og medietemperaturen [K]
 α = varmeovergangskoeffisient [W/m²K]

For overslagsberegning for væske (vann):

$$\alpha = 2050 \cdot (1 + 0,015 \cdot t) \cdot \frac{w^{0,87}}{d_i^{0,13}}$$

t = væsketemperatur [°C]
 w = væskehastighet [m/s]
 d_i = rørdiameter [m]

For overslagsberegning for luft forbi en valset flate:

$$w \leq 5 \text{ m/s} : \alpha = 5,8 + 3,9 \cdot w \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$w > 5 \text{ m/s} : \alpha = 7,15 \cdot w^{0,78} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

w = lufthastighet [m/s]

9. Varmegjennomgangskoeffisient (k-verdi eller U-verdi)

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{ytre}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{indre}}} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

α = varmeovergangskoeffisient [W/m²K]

δ = tykkelse [m]

λ = termisk konduktivitet [W/mK]

10. Midlere logaritmisk temperatur-differanse

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} \text{ [K]}$$

Δt_1 = temperaturdifferanse ved innløpet
($t_{a1} - t_{b1}$)

Δt_2 = temperaturdifferanse ved utløpet
($t_{a2} - t_{b2}$)

11. Varmegjennomgang

$$\Phi = k \cdot A \cdot \Delta t_m \text{ [W]}$$

12. Varmebalanse i varmeveksler

Avgitt varme = Overført varme =

Opptatt varme

Avgitt varme :

$$\Phi = \dot{m}_A \cdot c_A \cdot (t_{a1} - t_{a2}) \text{ [W]}$$

Overført varme :

$$\Phi = k \cdot A \cdot \Delta t_m \text{ [W]}$$

Opptatt varme :

$$\Phi = \dot{m}_B \cdot c_B \cdot (t_{b1} - t_{b2}) \text{ [W]}$$

$\dot{m}$ = massestrøm [kg/s]

13. Varmeutstråling

$$\Phi = A \cdot C_s \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4 \text{ [W]}$$

A = overflate [m²]

C_s = 5,6699 [W/m²K⁴] Stefan-Boltzmanns konstant

T = flatens absolutte temperatur [K]

ε = flatens emisjonstall

14. Varmeutveksling ved stråling

$$\Phi = C \cdot A \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \text{ [W]}$$

C inkluderer C_s , flatenes emisjonstall og flatenes orientering i forhold til hverandre [W/m²K]

når $A_1 < A_2$: $C = C_s \cdot \varepsilon_1$

ε_1 = emisjonskoeffisient

(For en sort flate er $\varepsilon = 1$)

$$C = \frac{C_s}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{A_1}{A_2} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

15. Bypass-faktor for luftkjøler

$$BF = \frac{h_2 - h_3}{h_1 - h_3}$$

h_1 = entalpi inn [kJ/kg]

h_2 = entalpi ut [kJ/kg]

h_3 = midlere entalpi overflate [kJ/kg]

16. Entalpieregninger

$$\text{Effekt } \dot{\Phi} = \dot{m} \cdot (h_1 - h_2) \text{ [kW]}$$

h_1 = entalpi i starttilstand [kJ/kg]

h_2 = entalpi i slutttilstand [kJ/kg]

17. Kuldeytelse

$$\dot{\Phi} = \dot{m}_r \cdot (h_s - h_u) \text{ [kW]}$$

$\dot{m}_r$ = massestrøm [kg/s]

h_s = entalpi ut av fordampere [kJ/kg]

h_u = entalpi inn på fordampere [kJ/kg]

18. Kondensatorytelse

$$\dot{\Phi} = \dot{m}_r \cdot (h_t - h_u) \text{ [kW]}$$

h_t = entalpi inn på kondensator [kJ/kg]

h_u = entalpi ut av kondensator [kJ/kg]

KOMPRESSORBEREGNINGER

19. Teoretisk effektforbrukt

$$P_t = \dot{m}_r \cdot (h_{is} - h_s) \text{ [kW]}$$

$\dot{m}_r$ = massestrøm [kg/s]

h_{is} = entalpi etter teoretisk kompresjon [kJ/kg]

h_s = entalpi for kompresjon [kJ/kg]

20. Innsugd volum

$$\dot{V}_{ins} = \dot{m}_r \cdot v_s \text{ [m}^3/\text{s]}$$

v_s = spesifikt volum på suggassen inn på kompressoren [m³/kg]

21. Slagvolum

$$\dot{V}_h = \frac{\dot{V}_{ins}}{\lambda} = \frac{\dot{m}_r \cdot v_s}{\lambda} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$\dot{V}_h$ = kompressorens slagvolum [m³/s]

$\dot{V}_{ins}$ = innsugd volum [m³/s]

λ = leveringsgraden [-]

v_s = spesifikt volum i suggassen til kompressoren [m³/kg]

$$\dot{V}_h = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot s \cdot z \cdot n}{4 \cdot 60} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

d = sylinderdiameter [m]

s = slaglengde [m]

z = antall sylindere [-]

n = turtall [o/min]

22. Virkningsgrader

<----- η_{kl} ----->							
					<----- η_{is} ----->		
	η_{el}		η_{tr}		η_m	η_i	
P_{kl}		P_{el}		P_e		P_i	P_t

23. Effekt inn på kompressorakslingen

$$P_e = \frac{P_t}{\eta_{is}} = \frac{\dot{m}_r \cdot (h_{is} - h_s)}{\eta_{is}} \text{ [kW]}$$

P_e = virkelig kompressor arbeid [kW]

P_t = tapsfri kompresjon [kW]

η_{is} = isentropisk virkningsgrad [-]

h_{is} = entalpi etter teoretisk kompresjon [kJ/kg]

h_s = entalpi for kompresjon [kJ/kg]

24. Effekten på kompressorakslingen

$$P_e = \dot{m}_r \cdot (h_t - h_s) + \Phi_{omg} \text{ [kW]}$$

h_t = entalpi ut av kompressor [kJ/kg]

h_s = entalpi inn på kompressor [kJ/kg]

Φ_{omg} = varmeavgivelse fra kompressoren til omgivelsene [kW]

25. Effekt til kompressormotoren

$$P_{kl} = \frac{P_t}{\eta_{kl}} = \frac{\dot{m}_r \cdot (h_{is} - h_s)}{\eta_{is} \cdot \eta_{lr} \cdot \eta_{el}} \text{ [kW]}$$

PROSESSBEREGNINGER

26. Varmebalanse

$$\Phi_k + \Phi_{omg} = \Phi_o + P_e \text{ [kW]}$$

27. Kuldefaktor (COP)

$$\varepsilon_K = \frac{\Phi_{0F}}{P}$$

Φ_{0F} = Nyttig kuldeytelse

(Fordamperens kuldeytelse) [kW]

P = Nødvendig effekt [kW]

(Dvs P_{tr} , P_{er} , P_{kl} eller P_{tot})

28. Varmefaktor (COP)

$$\varepsilon_V = \frac{\Phi_k}{P}$$

Φ_k = Nyttig kondensatorytelse [kW]

P = Nødvendig effekt [kW]

(Dvs P_{tr} , P_{er} , P_{kl} eller P_{tot})

29. Carnot kuldefaktor

$$\varepsilon_{kc} = \frac{T_o}{T_k - T_o}$$

T_o = fordampningstemperaturen [K]

T_k = kondensasjonstemperaturen [K]

30. Carnot varmfaktor

$$\varepsilon_{vc} = \frac{T_k}{T_k - T_o}$$

31. Årskostnad

$$K = P_{kl} \cdot t_{\text{kompr.}} \cdot e \text{ [kr/år]}$$

K = Årskostnad [kr/år]

P_{kl} = gjennomsnittlig effektforbruket til kompressormotoren [kW]

$t_{\text{kompr.}}$ = kompressorens driftstid [timer/år]

e = elpris [kr/kWh]

TRYKKTAP

32. Friksjonstap i rør:

$$\Delta p = f \cdot \frac{l \cdot w^2}{d_i \cdot 2} \cdot \rho$$

Δp = trykktap [Pa]

f = friksjonsfaktor [-]

f = $64/R_e$ ($R_e < 2300$)

f = $0,3164 \cdot R_e^{-0,35}$ ($2300 < R_e \leq 10^5$)

f = $0,0032 + 0,221 \cdot R_e^{-0,237}$ ($R_e > 10^5$)

$R_e = w \cdot d_i \cdot \rho \cdot \mu$

μ = dynamisk viskositet [Ns/m²]

l = rørlengde [m]

w = hastighet [m/s]

d_i = indre diameter [m]

ρ = tetthet [kg/m³]

33. Trykktap i rørdeler (ventiler, bend osv.)

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho$$

Δp = trykktap [Pa]

ξ = motstandstall for komponenten [-]

w = hastighet [m/s]

ρ = tetthet [kg/m³]

$$\xi = 1568 \cdot 10^6 \cdot \frac{d_i^4}{k_v^2}$$

d_i = indre diameter [m]

k_v = verdi som finnes i datablad for ventiler

34. Statisk trykktap

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h$$

ρ = tetthet [kg/m³]

g = tyngdens akselerasjon = 9,81 [m/s²]

h = høyde [m]

35. Volumstrøm i rør

$$\dot{V} = A \cdot w \quad [m^3 / s]$$

$\dot{V}$ = volumstrøm [m³/s]

A = strømningsareal [m²]

w = hastighet [m/s]

36. Ekvivalent (likeverdig) rørlengde

$$l = \frac{\xi \cdot d_i}{f}$$

l = ekvivalent rørlengde [m]

ξ = motstandstall for komponenten [-]

d_i = indre diameter [m]

f = friksjonsfaktor [-]

37. Pumpe- /viftarbeid

$$P_p = \frac{\Delta P \cdot \dot{V}}{\eta_p} \quad [W]$$

ΔP = trykkendring [Pa]

$\dot{V}$ = volumstrøm [m³/s]

η_p = virkningsgrad [-]

38. Rørdimensjonering

$$d_i = \sqrt{\frac{\dot{m}_r \cdot v \cdot 4}{\pi \cdot w}}$$

d_i = indre diameter [m]

$\dot{m}_r$ = massestrøm [kg/s]

v = spesifikt volum [m³/kg]

w = hastighet [m/s]

39. Hastighet i rør

$$w = \frac{\dot{m}_r \cdot v \cdot 4}{\pi \cdot d_i^2}$$

LYD

40. Ingeniørmessige betraktninger

Dobling av avstanden gir ca 6 dbA reduksjon

Reflekterende flate gir ca 3 dbA økning

Dobling av lydkilder gir ca 3 dbA økning

Teknisk data for matvarer

	Vann- innhold %	Initialt fryse- punkt	Spesifikk varme Kjøling	Spesifikk varme latent	Spesifikk varme Frysing	Modnings- varme ved 5°C
Vare	x_{wo}	°C	kJ/(kg·K)	kJ/kg	kJ/(kg·K)	W/kg
Agurk	96,01	-0,50	4,09	321	1,71	0,012 - 0,014
And	48,50	-	3,06	162	2,45	
Appelsin juice	89,01	-0,40	3,90	297	1,76	
Appelsiner	82,30	-0,80	3,81	267	1,96	0,014 - 0,035
Asparges	92,40	-0,60	4,03	309	1,79	0,061 - 0,081
Avocado	74,27	-0,30	3,67	248	1,98	0,300 (15°C)
Bacon	31,58	-3,90	2,70	105	2,70	
Banan	74,26	-0,80	3,56	286	2,03	0,084 (12°C)
Biff	58,21	-1,70	3,25	237	2,24	
Bjørnebær	85,64	-0,80	3,91	283	1,94	0,040 - 0,140
Blomkål	91,91	-1,00	3,89	307	1,97	0,061 - 0,081
Blåbær	84,61	-1,60	3,83	300	2,06	0,012 - 0,040
Bringebær	86,57	-0,60	3,96	280	1,91	0,092 - 0,114
Brokoli	90,69	-0,60	4,01	303	1,82	0,102 - 0,474
Cheddar	36,75	-12,90	2,77	123	3,07	0,049
Cottage cheese	79,77	-1,20	3,73	266	1,99	
Druer	81,30	-1,60	3,71	269	2,07	0,009 - 0,017
Egg	75,33	-0,60	3,63	252	1,95	
Eggehvite	87,81	-0,60	3,91	293	1,81	
Eggeplomme	48,81	-0,60	3,05	163	2,25	
Eple	83,93	-1,10	3,81	280	1,98	0,015 - 0,021
Erter, grønne	78,86	-0,60	3,75	263	1,98	0,163 - 0,226
Fersken	87,66	-0,90	3,91	275	1,90	0,019 - 0,027
Fiken	79,11	-2,40	3,70	293	2,25	0,023 - 0,039
Grapefrukt	90,89	-1,10	3,96	272	1,89	0,035
Gulrot	87,79	-1,40	3,92	293	2,00	0,028 - 0,063
Helmelk	87,69	-0,60	3,89	293	1,81	
Hodekål	92,15	-0,90	4,02	308	1,85	0,052 - 0,064
Hummer	76,76	-2,20	3,64	256	2,15	
Hvitløk	58,58	-0,80	3,17	196	2,19	0,017 - 0,029
Iskrem	61,00	-5,60	3,22	204	2,74	
Jordbær	91,57	-0,80	4,00	289	1,84	0,048 - 0,098

Kaffebløte	73,75	-2,20	3,59	246	2,21	
Kallkun	70,40	-1,90	3,53	235	2,28	
Kalvekjøtt, magert	75,91	-1,65	3,65	254	2,09	
Kamskjel	78,57	-2,20	3,71	262	2,15	
Kylling	65,99	-2,80	4,34	220	3,32	
Kålrot	91,00	-1,00	4,02	304	1,90	0,030 - 0,100
Laks	76,35	-2,20	3,68	255	2,17	
Lammekjøtt	73,42	-1,90	3,60	245	2,14	
Lever	68,99	-1,70	3,47	230	2,16	
Lime	88,26	-1,60	3,93	273	2,03	0,008 - 0,017
Løk	89,68	-0,90	3,95	300	1,87	0,058 - 0,086
Makrell	63,55	-2,20	3,33	212	2,23	
Mango	81,71	-0,90	3,74	307	1,95	0,133
Melon	92,00	-1,10	3,99	299	1,87	0,025 - 0,030
Nektariner	86,28	-0,90	3,86	306	1,90	
Oliven	79,99	-1,40	3,76	288	2,07	0,116
Persille	87,71	-1,10	3,93	293	1,94	0,115 - 0,250
Plommer	85,20	-0,80	3,83	215	1,90	0,012 - 0,029
Poteter	78,96	-0,60	3,67	264	1,93	0,017 - 0,020
Purreløk	83,00	-0,70	3,77	277	1,91	0,058 - 0,086
Pære	83,81	-1,60	3,80	293	2,06	0,015 - 0,046
Polser	53,87	-1,70	3,15	180	2,31	
Reker	75,86	-2,20	3,65	253	2,16	
Selleri	88,00	-0,90	3,90	294	1,89	0,032
Sild	59,70	-2,20	3,26	199	2,27	
Sitron	87,40	-1,40	3,94	295	2,02	0,047
Smør	17,94	-1,10	2,40	60	2,65	
Sopp	91,81	-0,90	3,99	307	1,84	0,21
Spinat	91,58	-0,30	4,02	306	1,75	0,081 - 0,095
Svinekjøtt	72,63	-2,20	3,59	243	2,20	
Tomater	93,00	-0,60	4,02	311	1,77	0,042 (10°C)
Torsk	81,22	-2,20	3,78	271	2,14	
Tuna, bluefin	68,09	-2,20	3,43	227	2,19	
Vannmelon	91,51	-0,40	3,97	293	1,74	0,023
Østers	85,16	-2,20	3,83	284	2,12	

Synonymordliste

Ord/begrep	Forklaring
Absolutt trykk	Trykket regnet i forhold til vakuum
Absorpsjon	Prosess der molekyler av et stoff trenger inn i et annet stoff, spesielt gass som trenger inn i en væske
Absorpsjonssystem, adsorpsjonssystem	Kuldeanlegg/varmepumpe der kjøling oppnås ved at fordampet kulde-medium absorberes et absorpsjons-middel, som mediet senere drives ut av ved tilførsel av varme og deretter kondenseres ved avkjøling
AC	Forkortelse for "Alternating current". Vekselstrøm
AC	Forkortelse for "Air conditioning". Kjøle og avfukte friskluft til oppholdsrom, arbeidslokaler, lokaler for oppbevaring osv.
AC Voltage	Vekselspanning
Administrativ norm, grenseverdi	Norsk norm for forurensning i arbeidsatmosfæren. Angir høyeste tillatte gjennomsnittsverdi for forurensning av luften, 8 timer/dag
Administrativ norm, korttidsverdi	Grense for akseptert overskridelse av grenseverdi i høyst 15 minutter
Administrativ norm, takverdi	Grense for konsentrasjon som ikke må overskrides på arbeidsplass
Adsorpsjon	Prosess der molekyler av et stoff festes til overflaten av et annet stoff (fast eller flytende)
AEGL	(Acute Exposure Guideline Levels). Uttrykker risiko ved engangseksponering av luftbåret forurensning
Aggregat	En frittstående enhet med en definert funksjon, for eksempel kondenseringsaggregat, bestående av flere komponenter. Kan også utgjøre et komplett anlegg
Air conditioner	Kjøleanlegg for luftkondisjonering
Aktiv effekt	Del av elektrisk effekt som er utnyttbar (reell del).
Alarm	Varsel om unormal driftstilstand, uten noen form for automatisk inngripen i prosessen
Anergi	Den delen av en energimengde som ikke kan omdannes til annen energiform selv i en reversibel prosess
Anerkjent norm	Veiledning, standard, kode mv. som er internasjonalt og/eller nasjonalt anerkjent innenfor et fagområde
Ansvarlig person	Person med myndighet til å opptre på en bedrifts vegne. (For eksempel i forbindelse med attestering av utført arbeid eller kontroll.)
Antennelsestemperatur	Laveste temperatur som kan føre til spontan forbrenning av et kjemikalium i normal atmosfære uten ekstern tennkilde (gnist eller flamme)
Arbeidsmedium	Arbeidsmediet i et kuldeanlegg eller en varmepumpe
Arbeidstrykk	Trykket i anlegget eller anleggsdelen under drift. Varierer med driftsforholdene

Synonym	Engelsk
	Absolute pressure
	Absorption
Absorpsjonsanlegg, adsorpsjonsanlegg	Absorption system, adsorption system
	AC, alternating current
Klimakjøling, luftkondisjonering	AC, air conditioning
	Alternating current voltage
Yrkeshygienisk grenseverdi	TLV-TWA Threshold Limit Value – Time Weighed Average
	TLV-STEL Threshold Limit Value – Short Term Exposure Limit
	TLV-C Threshold Limit Value – Ceiling Limit
	Adsorption
	AEGL
	Unit, assembly
	Air conditioner
	Active power
	Alarm
	Anergy
	Responsible person
Selvantennelsestemperatur	Autoignition temperature
Kuldemedium	Refrigerant, working fluid
Driftstrykk	Working pressure

Automatisering	Fellesbetegnelse for regulering, styring og sikring av et anlegg
Avblåsningsledning	Rørledning som leder bort utstrømmende kuldemedium fra en trykkavlastningsanordning
Avkastluft	Brukt luft som føres ut av en bygning.
Avlastingsanordning	Sikkerhetsanordning for trykkavlastning som åpner ved et bestemt trykk, trykkdifferanse eller temperatur.
Avtrekksluft	Forurenset luft som trekkes ut av et eller flere rom
Avvik (generell)	Mangel på oppfyllelse av spesifiserte krav
Avvik (reguleringsteknisk)	Forskjellen mellom målt og ønsket verdi for en regulert tilstand. Brukes for å bestemme videre reguleringstiltak
Azeotrop	Blanding av to eller flere kuldemedier som oppfører seg som et en-komponent medium
Beregningstrykk	Det trykket som benyttes ved fastlegging av nødvendig materialtype, veggtykkelse og utforming av komponenter med hensyn til komponentenes evne til å tåle trykk
Besiktigelse	Visuell kontroll av anlegg eller anleggsdel
Blokkeringsventiler	Par av make avstengningsventiler som benyttes for å stenge av seksjoner av anlegg og som er slik arrangert at disse seksjonene kan koples sammen før ventilene åpnes eller skilles etter at ventilene stenges.
Brine	Sekundærmedium i kuldeanlegg/varme-pumpe bestående av vann tilsatt kjemikalium for senking av frysepunktet, for eksempel kalsiumklorid, etanol, glykol
Bruddtrykk	Overtrykket hvor en komponent eller del av anlegg sprekker
Bruttovolum, indre	Volum beregnet vha. indre mål, uten hensyn til volumet av innvendige deler
Bulb	Følerelement på termisk strupeventil
CE-merking	CE er forkortelse for Conformité Européenne. CE-merking betyr at et produkt er i overensstemmelse med alle relevante EU-direktiver som var obligatoriske på merketidspunktet og som gjelder for det aktuelle produktet.
CO₂	Karbondioksid. Gass som dannes ved forbrenning av karbonholdig materiale. Den viktigste klimagassen. Referanse for gradering av gassers klimavirkning, GWP=1
Coil (elektro)	Magnetspole, for eks. i magnetventil
Coil (varmeoverføring)	Rørvarmeveksler bestående av oppkveilet rør
COP (kuldeanlegg)	Opptatt kuldeeffekt dividert med tilført effekt til kompressor (øyeblikksverdi)

	Automation
	Discharge line
	Pressure relief device
	Deviation
	Azeotrope
Designtrykk, dimensjonerende trykk, konstruksjonstrykk	Design pressure
Inspeksjon	Inspection
Forbindelsesventiler	Block valves, companion valves
Kuldebærer	Brine
Sprengningstrykk	Bursting pressure
	Gross volume, inner
Foler	Bulb
	CE labeling
Karbondioksid Kullsyre (gammel, feil betegnelse)	Carbon dioxide
Spole, magnetpole	Coil
	Coil
Effektfaktor (kuldeanlegg)	Coefficient of performance (refrigeration system)

COP (varmepumpe)	Avgitt varmeeffekt dividert med tilført effekt til kompressor (øyeblikksverdi)
DC	Forkortelse for "Direct current". Likestrøm. Kan også bety Digitally Controlled. Brukes av japanske kompressorleverandører.
DC voltage	Direct Current Voltage, likespenning
Delta t	Temperaturdifferanse Δt uttrykkes i K (Kelvin)
Designtrykk	Det trykket som benyttes ved fastlegging av nødvendig materialtype, veggtykkelse og utforming av komponenter med hensyn til komponentenes evne til å tåle trykk
Dimensjonerende utetemperatur	Et steds laveste gjennomsnittstemperatur over 3 døgn i løpet av en 30 års periode.
Dimensjonerende trykk	Det trykket som benyttes ved fastlegging av nødvendig materialtype, veggtykkelse og utforming av komponenter med hensyn til komponentenes evne til å tåle trykk
Direkte forbindelse	Forbindelse mellom rom der skilleveggen har en åpning som eventuelt kan lukkes med dør, vindu, luke e.l.
Driftstid (absolutt)	Den akkumulerte tiden et teknisk anlegg eller system har vært i drift, timer/uke, timer/mnd, timer/år
Driftstid (ekvivalent)	Den tiden et anlegg (varmepumpe) må være i drift ved full ytelse for å produsere en mengde (varmemengde) tilsvarende hva den normalt produserer i løpet av en gitt tidsperiode (for eks. et år)
Driftstid (relativ)	Forholdet mellom ekvivalent driftstid og den betraktete tidsperiodens lengde (8760 timer ved periode = 1 år)
Driftstrykk	Trykket i anlegget eller anleggsdelen under drift. Varierer med driftsforholdene
Drivhuseffekt	Oppvarming av atmosfæren som følge at kortbølget stråling mot jorda (solstråler) trenger gjennom, mens langbølget stråling (varmestråler) fra jorda absorberes
Drivhusgass	Gass som bidrar til å forsterke drivhuseffekten, og som dermed kan skape endringer i det globale klima.
Duggpunkt	Temperaturen ved begynnende kondensering av en damp ved et gitt trykk
DUT	Et steds laveste gjennomsnittstemperatur over 3 døgn i løpet av en 30 års periode.
Dynamisk kompressor	Kompressor der trykkøkning oppnås uten endring av det indre volumet i kompresjonskammeret, for eksempel turbokompressor, ejektor
Effekt	Opptatt eller avgitt energi per tidsenhet, $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
Effektfaktor (elektro)	Forholdet mellom midlere aktiv effekt P og tilsynelatende effekt S (S = effektivverdi av spenning multiplisert med effektivverdi av strøm). Når strøm og spenning er sinusformede, blir effektfaktoren lik cosinus til fasevinkelen ϕ mellom spenning og strøm.
Effektfaktor (kuldeanlegg)	Opptatt kuldeeffekt dividert med tilført effekt til kompressor (øyeblikksverdi)

Effektfaktor (varmepumpe)	Coefficient of performance (heat pump)
	DC, direct current
	DC voltage
Beregningstrykk, dimensjonerende trykk	Design pressure
DUT	Design outdoor temperature, DUT
Beregningstrykk, design- trykk, konstruksjonstrykk	Design pressure
	Operating time
Arbeidstrykk	Working pressure
Klimaeffekt, global oppvarming	Greenhouse effect, global warming
Klimagass	Greenhouse gas
	Dew point
Dimensjonerende utetemperatur	Design outdoor temperature, DUT
	Non-positive displacement compressor
	Power
	Power factor
COP (kuldeanlegg)	Coefficient of performance (refrigerating system)

Effektfaktor (varmepumpe)	Avgitt varmeeffekt dividert med tilført effekt til kompressor (øyeblikksverdi)
Eksergi	Den delen av en energimengde som gjennom en reversibel prosess fullt ut kan omformes til en hvilken som helst annen energiform.
Ekspansjonsorgan	Anordning, kapillarrør eller ventil, som regulerer matingen av kulde-medievæske fra del av anlegget med høyt trykk til del med lavere trykk, for eksempel mellom kondensator og fordamper
Ekspansjonsventil	Ekspansjonsorgan i form av ventil
Energi	Evne til å utføre arbeid eller å varme opp. (Mekanisk energi, elektriske energi, kjemisk energi, varme osv.) Grunnenhet i SI-systemet: J (Joule). $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$
Energifaktor, varme	Avgitt varmemengde fra en varmepumpe over en gitt tidsperiode dividert med tilført energi til drift av varmepumpen over den samme perioden
Energiklasse	Europeisk norm for klassifisering av elektriske apparaters energieffektivitet, inkl. kompakte kuldeanlegg og varmepumper. Graderes A+++, A++, A+, A, B osv.
Enhetsaggregat	Fabrikkfylt anlegg som er sammenbygd, påfylt kuldemedium, testet og klart til bruk, og som installeres uten behov for å sammenkoble deler som inneholder kuldemedium
Entalpi	Energiinnhold i et fluid i forhold til en gitt referanse
Fabrikkfylt anlegg	Komplett fabrikkframstilt kuldeanlegg på ramme og/eller i kabinett, som er bygget og transportert i én eller flere seksjoner, og der ingen kuldemedieholdige deler monteres på stedet annet enn med blokkeringsventiler
FC	Hydrokarbon hver alle hydrogenatomene er erstattet med fluor
Ferdigaggregat	Se Fabrikkfylt anlegg
Ferdiganlegg	Se Fabrikkfylt anlegg
Ferdigkontroll	Kontroll av at anlegg eller del av anlegg er bygget, utstyrt og prøvd i henhold til forutsetningene og at nødvendig merking og dokumentasjon foreligger
Fireveisventil	Ventil i varmepumpe eller kuldeanlegg som snur strømningsretningen slik at fordamper/kondensator bytter plass i systemet
Flammepunkt	Den laveste temperaturen en brennbar væske kan ha for å avgi damp i antenkelig konsentrasjon
Flare	Konisk utvidelse av ende av rør med et spesielt verktøy for sammenføyning ved flareforbindelse
Flareforbindelse	Metall-mot-metall kompresjonsforbindelse der en konisk utvidelse er dannet i enden av røret
Flaremutterforbindelse	Metall-mot-metall kompresjonsforbindelse der en konisk utvidelse er dannet i enden av røret

COP (varmepumpe)	Coefficient of performance (heat pump)
Nyttbar energi	Exergy, available energy
Strupeorgan	Throttling device
Strupeventil	Throttling valve, expansion valve
	Energy
Varmefaktor	SCOP (Seasonal coefficient of performance)
	Energy class
Forhåndsfylt anlegg, kompaktanlegg	Unit system
	Enthalpy
Ferdigaggregat, ferdiganlegg	Self-contained system
Fluorkarbon, FK	Fluorocarbon
Fabrikkfylt anlegg, ferdiganlegg	Self contained system
Fabrikkfylt anlegg, ferdigaggregat	Self-contained system
Sluttkontroll, sluttverifikasjon	Final inspection
4-veisventil	Four way valve, reversing valve
	Fire point
	Expansion flare
Flaremutterforbindelse	Flared joint
Flareforbindelse	Flared joint

Flensforbindelse	Forbindelse dannet ved å bolte sammen et par flensede ender
Forbindelse	Sammenføyning av to deler
Forbindelsesventiler	Par av make avstengningsventiler som benyttes for å stenge av seksjoner av anlegg og som er slik arrangert at disse seksjonene kan koples sammen før ventilene åpnes eller skilles etter at ventilene stenges.
Fordamper	Varmeveksler der kuldemedievæske fordampes under opptak av varme fra det mediet som skal kjøles
Fordelelerrør	Et rør med parallelle grenrør for fordeling av kuldemedium
Forhåndsfylt anlegg	Fabrikkfylt anlegg som er sammenbygd, påfylt kuldemedium, testet og klart til bruk, og som installeres uten behov for å sammenkoble deler som inneholder kuldemedium
Forseglet anlegg	Kuldeanlegg der alle deler som inneholder kuldemedium, sammenbygges og lukkes hermetisk ved sveising, lodding eller en lignende tett og ikke-demonterbar forbindelse
Fortrengningskompressor	Kompressor der trykkøkning oppnås ved reduksjon av kompresjonskammerets indre volum.
Fortrengningspumpe	Pumpe der væsken fortrenses mekanisk ved at pumpekammerets volum reduseres.
Fraksjonering	Endring i sammensetning av kuldemedieblending, ved at de(n) mest flyktige komponenten(e) fordampes
Fravik	Mangel på oppfyllelse av spesifiserte krav i forskrift
Frekvensomformer	Apparat som omformer vekselspenning med en gitt frekvens til en annen frekvens, evt. også til annen spenning
Fyllingsgrad	Forholdet mellom væskefasens volum og beholderens eller rørsystemets rominnhold
Føler	Følerelement på termisk strupeventil
Gassdetektor	Følerelement som reagerer på en forholdsinnstilt konsentrasjon av kuldemedium i omgivelsene
Gasskjøler	Varmeveksler i transkritisk prosess hvor kuldemedium i overkritisk tilstand avgir varme
Gjengestuss	Stuss med rette eller koniske gjenger hvor tetthet oppnås ved hjelp av et fyllmaterial eller ved deformasjon av gjenger
Gjenvinne (kuldemedium)	Tappe kuldemedium fra et anlegg og overføre det til en ekstern beholder
Grenseverdi (Arbeidstilsynet)	Verdi for konsentrasjon av et kjemisk stoff som medfører at det ikke skal utføres arbeid ved overskridelse av verdien
GWP	Global Warming Potential. Enhet for angivelse av relative klimavirkning for en gass. Referanse: $GWP(CO_2) = 1.0$
Halokarbon	Kuldemedium på hydrokarbonbasis, hvor ett eller flere av hydrogenatomene er erstattet med halogener. (Halogen = fellesbetegnelse for stoffene fluor, klor, brom, jod og astat). KFK, HKFK og HFK er eksempler på halokarboner.

	Flanged joint
	Joint
Blokkeringsventiler	Block valves, companion valves
	Evaporator
	Distributor
Enhetsaggregat, kompaktanlegg	Unit system
Hermetisk anlegg	Sealed system
	Positive displacement compressor
	Positive displacement pump
Splitting	Fractionation
Inverter	Inverter, frequency converter
Bulb	Bulb
Kuldemediedetektor	Refrigerant detector
	Gas cooler
	Pipe thread end
Recover	Recover
	Threshold value
	GWP. Global Warming Potential
Freon	Halocarbon

Haloner	Halokarboner som i første rekke er egnet som brann-slukningsmidler, men som også har vært benyttet som kuldemedier. Ikke lenger tillatt brukt
Hardloddet forbindelse	Forbindelse dannet ved sammenføring av deler av metall ved hjelp av legering som smelter ved temperaturer over 450°C, men lavere enn smeltetemperaturen for delene som sammenføres
Harmonisert standard	En europeisk standard som er vedtatt av CEN eller CENELEC i overensstemmelse med et mandat fra EU-kommisjonen og EFTA-landene, og som er offentliggjort i Det Europeiske Fellesskaps Tidende
Header	Rør del hvor det er forbundet flere andre rør for fordeling eller samling av kuldemedium
Hermetisk anlegg	Kuldeanlegg der alle deler som inneholder kuldemedium, sammenbygges og lukkes hermetisk ved sveising, lodding eller en lignende tett og ikke-demonterbar forbindelse
Hermetisk kompressor	Kompressor der drivmotoren og selve kompressoren er innesluttet i et felles hus som er helsveist
HFK	Forkortelse for "fluorokarbon", halokarbon som i tillegg til karbon inneholder hydrogen og fluor. (For eksempel tetrafluoretan, HFK-134a).
HFO	HFK-medium med basis i propen (Hydrofluoroolefin)
HK	Forkortelse for "hydrokarbon", kjemikalium bestående av karbon og hydrogen, for eksempel metan (CH ₄), etan (C ₂ H ₆), propan (C ₃ H ₈) osv.
HKFK	Forkortelse for "hydrofluorokarbon", halokarbon som i tillegg til karbon inneholder klor, fluor og hydrogen. (For eksempel monoklordifluor-metan, HKFK-22)
HMS	Helse, Miljø og Sikkerhet
Hurtiglukkeventil	Avstengningsventil som stenger automatisk (ved hjelp av vekt, fjær, kule osv.)
Hurtiglukkeventil	Avstengningsventil som stenger automatisk (ved hjelp av vekt, fjær, kule osv.) eller som har stengingsvinkel på 130° eller mindre
Hvilestrømskopling	Kopling hvor en funksjon aktiveres når en normalt strømførende krets blir brutt
Hydrokarbon	Kjemikalium bestående av karbon og hydrogen, for eksempel metan (CH ₄), etan (C ₂ H ₆), propan (C ₃ H ₈) osv.
Hygienisk grenseverdi	Angir høyeste tillatte gjennomsnittsverdi for forurensning av luften på arbeidsplass, 8 timer/dag
Høytrykssiden	Den delen av kuldemediekretsen hvor trykket er tilnærmet lik kondensatortrykket
IDLH	(Immediately dangerous to life or health.) Forurensning i atmosfæren som kan være akutt farlig for liv eller helse
Ikke-destruktiv prøving	Prøving av sveis med metode som ikke skader sveisen. Eksempelvis visuell inspeksjon, radio-grafisk prøving og magnetpulverprøving
Indirekte system	Anlegg med en lukket krets med kuldebærer (varmebærer) mellom anleggets fordampere (kondensator) og varme-veksler(e) som opptar varme fra mediet som kjøles (avgir varme til mediet som varmes)

	Halons
	Brazed joint
	Harmonised standard
	Header
Forseglet anlegg	Sealed system
Hermetisk motorkompressor	Hermetic motorcompressor
	HFC
	HFO
Hydrokarbon	Hydrocarbon
	HCFC
	HES, EHS, SHE, HSE
Selvstengeventil	Self closing valve
	Quick closing valve
HC, HK	Hydrocarbon
Administrativ norm	Threshold Limit Value (TLV)
	High pressure side
	IDLH
	Non-destructive testing
Indirekte anlegg	Indirect system

Inhibitor	Kjemikalium som tilsettes i små mengder for å forhindre korrosjon. (Vanlig benyttet i for eksempel sekundærmedier)
Inngående temperatur-differanse, fordampere	Differansen mellom temperaturen på mediet som skal kjøles inn på fordampere (luft, vann osv.) og kuldemediets metningstemperatur ved trykket i fordampere-utløpet
Inngående temperatur-differanse, kondensator	Differansen mellom kuldemediets metningstemperatur ved trykket i kondensatorinnløpet og temperaturen på mediet som skal motta varmen inn på kondensatoren (luft, vann osv.).
Innstillingstrykk	Det trykket som sikkerhetsanordning som skal beskytte anlegg eller anleggsdel mot for høyt eller for lavt trykk skal aktiveres ved.
Inspeksjon	Visuell kontroll av anlegg eller anleggsdel
Internkontroll	Bedriftens egne tiltak for å kontrollere og sikre at krav i regler og forskrifter m.v. oppfylles
Inverter	Elektronisk enhet som omformer fra en frekvens til en annen frekvens
Inverter	Elektronisk enhet som omformer fra likespenning til vekselspanning eller omvendt
Joule	Grunnleggende måleenhet for energi i SI-systemet. 1 J er den energimengden som omsettes når en flytter noe mot en kraft på 1 N over en lengde på 1 meter. 1 J = 1 Nm (newtonmeter), 1000 J = 1 kJ
Kalori, cal	Tidligere grunnleggende måleenhet for (varme)energi. 1 cal er den energimengde som skal til for å varme opp 1 gram vann 1 K, 1000 cal = 1 kcal, 1 cal = 4.186 J
Kapillarrør	Rør med særlig liten diameter. Brukes for eksempel som strupeorgan i små kuldeanlegg og som trykkforbindelse til pressostater m.v.
Kaskadeanlegg	To eller flere uavhengige kulsesystemer hvor kondensatoren i ett system avgir varme direkte til fordampere i et annet system
KFK	Forkortelse for "klorfluorokarbon". Fullhalogenisert halokarbon, dvs. at alle hydrogenatomene er byttet ut med klor og fluor. Eksempler: KFK-12, KFK-502 osv.
Kjølemedium	Medium for eks. luft eller vann, som fjerner varme fra varmeavgivende deler
Kjølested	Kjøle/fryserom, kjøle/frysemøbler, ventilasjonsaggregat, prosessutrustning etc.
Kjøling/oppvarming, direkte	Overføring av varme fra/til stoffet som skal kjøles/varmes ved direkte kontakt med fordampere-/kondensatorflaten
Kjøling/oppvarming, indirekte	Overføring av varme fra/til stoffet som skal kjøles/varmes via en sirkulerende kulde-/varmebærer som kjøles/varmes i anleggets fordampere-/kondensator
Klimagass	Gass som bidrar til å forsterke drivhuseffekten, og som dermed kan skape endringer i det globale klima.
Klimakjøling	Kjøle og avfukte friskluft til oppholdsrom, arbeidslokaler, lokaler for oppbevaring osv.
Kokepunkt	Temperaturen ved begynnende koking av en væske (ved et gitt trykk)

	Inhibitor
	Inlet temperature difference, evaporator
	Inlet temperature difference, condenser
	Set pressure
Besiktigelse	Inspection
Frekvensomformer	Inverter
Omformer	Inverter
Nm (Newtonmeter)	Joule
	Calorie
	Capillary tube
	Cascade system
	CFC
	Coolant
	Direct cooling
	Indirect cooling
Drivhusgass	Greenhouse gas
AC, luftkondisjonering	AC, Air Conditioning
	Bubble point

Komfortkjøling	Luftkondisjonering for komfortformål
Kompaktanlegg, kompaktaggregat	Komplett, fabrikkprodusert kuldeanlegg, sammenbygget og testet før installasjon og som installeres uten å forbinde kuldemedieholdige deler på stedet.
Kompetanse	Evne og ferdigheter til å utføre arbeidet i et yrke på en tilfredsstillende måte. Det inkluderer også evnen til å overføre og anvende kunnskaper på nye arbeidssituasjoner og til å samarbeide effektivt med andre.
Komponent	Individuell, funksjonell del eller delsystem av et kuldeanlegg/ varmepumpe
Kompresjonsforbindelse	Forbindelse som oppnår tetthet gjennom deformasjon av en kompresjonsring
Kompressor	Komponent som gjennom en mekanisk prosess øker kuldemediedampens trykk
Kompressoraggregat	Kompressor og motor montert på ramme (uten kondensator og væskesamler)
Kondensator	Varmeveksler hvor kuldemediedamp etter kompresjon til et passende trykk avgir varme og kondenserer ved varmeveksling med et ytre medium
Kondenseringsaggregat	Aggregat bestående av kompressor m/motor, kondensator og eventuelt receiver, samt annen tilhørende utrustning
Konisk skrueforbindelse	(Konisk) gjenget rørforbindelse hvor det kreves fyllmateriale for å tette for lekkasje langs gjenge-spiralen
Konstruksjonskontroll	Kontroll av at tegninger, beregninger, materialvalg etc. er i samsvar med de spesifikasjoner som er lagt til grunn for konstruksjonen
Konstruksjonstrykk	Det trykket som benyttes ved fastlegging av nødvendig materialtype, veggtykkelse og utforming av komponenter med hensyn til komponentenes evne til å tåle trykk
Kuldeanlegg	Komponenter, rørforbindelser og utrustning sammenkoplet til en lukket krets der det sirkulerer et kuldemedium med formål å ta opp varme ved lav temperatur og avgir varmen ved høyere temperatur
Kuldebærer	Sekundærmedium som transporterer varme fra varmekilde til varmepumpe eller fra kjølested til kuldeanlegg i et indirekte system
Kuldemaskinrom	Maskinrom (se dette) beregnet utelukkende for kuldeteknisk maskineri/varmepumpe
Kuldemediedetektor	Følelement som reagerer på en forholdsinnstilt konsentrasjon av kuldemedium i omgivelsene
Kuldemediekrets	Kombinasjon av sammenkoblede komponenter og rørsystemer som danner en sluttet krets der det strømmer kuldemedium for å oppta og avgir varme.
Kuldemedium	Arbeidsmediet i et kuldeanlegg eller en varmepumpe
Kvalitet (tofase)	Uttrykker forholdet mellom gassfasens masse og total masse, for eksempel i en tofasestrømning

	Comfort Air Conditioning
Enhetsaggregat, forhåndsfylt anlegg	Unit system
	Competence
	Component
	Compression joint
	Compressor
	Compressor unit
	Condenser
	Condensing unit
	Taper thread joint
Designtrykk, dimensjonerende trykk, beregningstrykk	Design pressure
Fellesbetegnelse for fryseanlegg, kjøleanlegg og AC-anlegg	Refrigerating system
Sekundærmedium, kald side	Heat transfer fluid (low temperature side)
Spesielt maskinrom	Special machinery room
Gassdetektor	Refrigerant detector
	Refrigerating cycle
Arbeidsmedium	Refrigerant, working fluid
	Quality, vapour quality

k-verdi	En tallstørrelse som beskriver hvor mye varme som går gjennom per m ² av en konstruksjon ved en temperatur-forskjell på 1 K. Enhet W/(m ² K)
Kyndig person	Person som har de kvalifikasjoner (utdanning, praksis, kjennskap til lovverket osv.) som kreves for det nevnte arbeidet i henhold til gjeldende forskrifter og regler.
Lavtrykkssiden	Den delen av kuldemediekretsen hvor trykket er tilnærmet lik fordampetrykket
LFL	(Lower Flammability Limit). Laveste konsentrasjon (vanlig-vis angitt i volumprosent) av brennbar gass i luft hvor flammeforplantning opprettholdes (= medfører brann/eksplosjonsfare)
Likeretter	Enhet som omformer vekselspanning til likespenning
Loddeforbindelse	Forbindelse dannet ved sammenføring av deler av metall ved hjelp av legering som smelter ved temperaturer generelt under 450 °C
Logartimisk middel-temperatur-differanse (LMTD)	Beregnet midlere temperaturdifferanse som normalt representerer den faktiske middeltemperatur-differansen ved varme-veksling best
Luft/luft varmepumpe	Varmepumpe som henter energi fra uteluften og leverer varmen til en luftvarmeveksler i innedelen
Luft/vann varmepumpe	Varmepumpe som henter energi i fra uteluft og leverer varmen til ett vannbårent varmeanlegg
Luftkondisjonering	Kjøle og avfukte friskluft til oppholdsrom, arbeidslokaler, lokaler for oppbevaring osv.
Luftkondisjoneringsanlegg	Kjøleanlegg med formål å forestå luftkondisjonering
Luftsluse	Eget rom med separate inn- og utgangsdører hvor en kan passere fra et rom til et annet uten at det er kontakt mellom rommet en forlater og rommet en skal til
Lyddemper	En beholder som gassen passerer og som demper lyden
Låst ventil	Ventil som er forseglet eller på annen måte beskyttet slik at den bare kan manøvreres av en kompetent person
Magnetventil	Automatisk stengeventil operert av en elektromagnet. Magnetventiler i kuldeanlegg stenger normalt bare i strømningsretningen
Maksimalt avblåsningstrykk	Det største trykket som tillates i anlegget under avblåsning gjennom trykkavlastningsanordning
Manometertrykk	Differansen mellom absolutt trykk og atmosfæretrykket på stedet
Maskineri	Utstyr som danner del av kuldeanlegg/varmepumpe, så som kompressor, kondensator, for-damper
Maskinrom	Fullstendig lukket rom eller område hvor bare bemyndigede personer har adgang og som tjener som oppstillingssted for hele eller deler av anlegget. Maskinrom kan også inneholde annen teknisk utrustning såfremt kravene til sikkerhet ivaretas.
Mellomtrykk	Trykk som opptrer på angitt sted mellom to trykkøkende enheter i et flertrinnsanlegg. Også mellom trykksenkende enheter i strupeprosess

U-verdi, varmegjennomgangskoeffisient	k-value
Kompetent person	Competent person
Fordampersiden	Low pressure side
	LFL
	Rectifier
	Soldered joint
	Logarithmic mean temperature difference
	Air-to-air heat pump
	Air-to-water heat pump
AC, klimakjøling	AC, air conditioning
	Air conditioning system
	Airlock
Lydpotte, muffler	Muffler
Plombert ventil	Locked valve
	Solenoid valve
	NS-EN 13136
Overtrykk, gauge	Gauge pressure
	Machinery
	Machinery room
	Intermediate pressure

Mobilt anlegg	Anlegg som ved vanlig drift normalt er under transport (eksempelvis kulde- og luftkondisjo-neringsanlegg i båter, biler, jernbanevogner, kranhus mv.)
Motorkompressor	Kompressor der drivmotoren og selve kompressoren er innesluttet i et felles hus som er helseist
Multisplitt	Et splittanlegg som består av 1 utedel og 2 eller flere inne-deler, med separate rørstrekk mellom utedel og hver innedel
Mykloddet forbindelse	Forbindelse dannet ved sammenføring av deler av metall ved hjelp av legering som smelter ved temperaturer under 450 °C (200 °C)
Nedre brennbarhetsgrense	Laveste konsentrasjon av en brennbar gass/damp i homogen blanding luft som kan antennes
Nettovolum, indre	Volum beregnet ut fra indre mål og med fratrekk for volumet av innvendige deler.
Nivåbryter	Nivåstyrt enhet som er konstruert for å sikre mot for høyt eller for lavt væskeniå
Nivåvakt	Nivåstyrt enhet som er konstruert for å sikre mot for høyt eller for lavt væskeniå
Nominell diameter (DN)	Numerisk dimensjonsbetegnelse benyttet for referanse, uten direkte tilknytning til faktisk dimensjon
Nærazeotrop	En blanding av kuldemedier som oppfører seg tilnærmet som en azeotrop
ODP	Forkortelse for Ozone Depletion Potential. Mål for et kjemikaliums osonnedbrytende effekt regnet i forhold til KFK-11. $ODP(KFK-11) = 1.0$
Oppholdssted	Lokale der folk oppholder seg over lengre tid eller stadig besøker. Tilgrensende rom med luftforbin-delse til lokalet skal regnes som del av oppholdsstedet
Optimal	Best mulig i følge nærmere angitte kriterier
Overløpsventil	Trykkavlastningsventil som avlaster internt til en del av anlegget med lavere trykk
Overtrykk	Differansen mellom absolutt trykk og atmosfæretrykket på stedet.
Passasje	Korridor for gjennomgang
Periodisk overvåkning	Overvåkning i et slikt omfang at det kan betraktes som betryggende mht. risiko for ulykker, i henhold til offentlige for-skrifter, leverandørens oppgaver og gjeldende driftsbetingelser.
Permanent sammenføring	Sammenføring som bare kan skilles ved destruktiv metode
Plassbygd anlegg	Anlegg der ulike deler har blitt montert og koplet sammen på installasjonstedet
Plombert ventil	Ventil som er forseglet eller på annen måte beskyttet slik at den bare kan manøvreres av en kompetent person
PWM-ventil	Elektronisk strupeventil med modulerende pulsbredde
ppm (parts per million)	Del per million deler, for eks. en liter gass (damp) per million liter luft, cm ³ gass (damp) per m ³ luft osv.

	Mobile system
Hermetisk kompressor	Motorcompressor
	Multi System
	Soft soldered joint
LFL	Lower flammability limit
	Net volume, inner
Nivåvakt	Liquid level switch
Nivåbryter	Liquid level switch
	Nominal size (DN)
	Near azeotrope
	ODP, Ozone Depletion Potential
	Occupied space, occupancy
	Optimal
Overstrømningsventil	Overflow valve
Manometertrykk	Gauge pressure
	Hallway
	Permanent joint
Anlegg bygd «in situ»	System erected in situ
Låst ventil	Locked valve
	Pulse Width Modulating Expansion Valve
	ppm, parts per million

Praktisk grense	Grenseverdi ved korttids eksponering i luft som inneholder kuldemediegass. Verdien benyttes ved bestemmelse av maksimal tillatt fylling av kul-de-me-dium i forhold til romstørrelse
Pressluftapparat	Komplett pusteapparat med bærbar forsyning av trykkluft, uavhengig av omgivende luft, og hvor utblåsningsluften tilføres omgivelsene uten resirkulasjon
Pressostat	Trykkaktivert innretning som er laget for å koble ut en komponent som genererer trykk
Produksjonskontroll	Kontroll med at arbeidet utføres i henhold til forskrifter, normer, standarder og øvrige konstruksjons-forutsetninger (tegninger og spesifikasjoner)
Produkttall	Karakteristisk tall for trykkbeholdere. Det fremkommer ved å multiplisere beholderens indre volum i liter med beholderens beregningstrykk i bar (overtrykk)
Provetrykk ved styrkeprøve	Trykk som tilføres ved prøving av anlegg eller anleggsdel for å teste styrke
Provetrykk ved tetthetsprøve	Trykk som tilføres ved prøving av anlegg eller anleggsdel for å teste tetthet
Pumpegrense	Høyeste trykk en turbokompressor kan arbeide mot uten tilbakestrømming av gass ("pumping")
Receiver	Beholder som er permanent tilknyttet anlegget med inn- og utløpsrør, med formål å samle eller avgj kulde-medievæske
Reclaim	Rense oppsamlet, brukt kuldemedium og bringe det tilbake til samme spesifikasjoner som for nytt medium
Recover	Tappe kuldemedium fra et anlegg og overføre det til en ekstern beholder
Recycle	Rense oppsamlet, brukt kuldemedium for senere gjenbruk
Regenerere	Rense oppsamlet, brukt kuldemedium og bringe det tilbake til samme spesifikasjoner som for nytt medium
Resirkulere	Rense oppsamlet, brukt kuldemedium for senere gjenbruk
Revisjonsbok	Bok med all dokumentasjon om trykkpåkjent utstyr i anlegget
Romvolum	Volumet av det minste lokale der kuldemedium kan lekke inn, med tillegg av (del av) even-tuelle tiliggende rom som står i åpen forbindelse med rommet.
Rømningsvei	Merket vei til (nød)utgang
Rørledning	Rør med tilhørende rørdeler, ekspansjonsordninger, løsbare forbindelser, armatur og lign. for sammenkopling av de ulike delene av et kuldeanlegg/varmepumpe
Rørsats	Rette eller bøyde rør sammenkoplet på en hensiktsmessig måte for å tjene som varmeveksler
Rørslange	Rette rør sammenkoplet med 180 ° bend

Praktisk grenseverdi	Practical limit
	Self contained breathing apparatus
Trykkvakt	Pressure switch
	Strength test pressure
	Tightness test pressure
	Surge limit
Væsketank, væskebeholder	Receiver
Regenerere	Reclaim
Gjenvinne	Recover
Gjenbruke, resirkulere	Recycle
Gjenbruke, recycle	Recycle
	Escape route
	Pipe, piping
Rørslynge	Coil, grid
	Coil, grid

Rørsystem	Rørledninger som forbinder delene i en kuldemediekrets
Samlerør	Et rør som det er festet flere parallelle grenrør til
SCADA	System for sentral driftskontroll. Sentralisert overvåking, styring og regulering av tekniske installasjoner i bygninger
SD-anlegg	System for sentral driftskontroll. Sentralisert overvåking, styring og regulering av tekniske installasjoner i bygninger.
Seksjoneringsventil	Ventil som benyttes for å stenge av deler av et anlegg (seksjonere anlegget), gjerne for å redusere mengde kuldemedium som kan lekke ut i forbindelse med lekkasje
Sekundærmedium	Fellesbetegnelse for kuldebærer og varmebærer.
Sekundærsystem	Sirkulasjonssystem med sekundærmedium som benyttes for å transportere varme mellom produktet eller rommet som skal kjøles eller varmes og kulde-anlegget/varmepumpen
Selvantennelsestemperatur	Laveste temperatur som kan føre til spontan forbrenning av et kjemikalium i normal atmosfære uten ekstern tennkilde (gnist eller flamme)
Selvforsynt pusteutstyr	Pusteutstyr med bærbar forsyning av komprimert luft, uavhengig av omgivelsesluften, der fraluft passerer uten resirkulering til omgivelsesluften
Selvstengeventil	Avstengningsventil som stenger automatisk (ved hjelp av vekt, fjær, kule osv.)
Semihermetisk kompressor	Kompressor der drivmotoren og selve kompressoren er innesluttet i et felles hus som er skrudd sammen.
Sertifikat	Dokumentasjon utstedt av et akkreditert sertifiseringsorgan, annet bemyndiget selskap eller offentlig myndighet, som bekreftelse på at et produkt, en tjeneste eller aktivitet er i samsvar med spesifiserte krav som er fastsatt i, eller i medhold av lov, eller for øvrig er gjeldende for utstederen
Sikkerhetsanordning	Anordning som fungerer som sikring mot for høye eller for lave verdier av driftsparameter, for eksempel trykk, temperatur, nivå
Sikkerhetsbryter for trykk	Trykkbryter som bare kan resettes manuelt ved hjelp av et verktøy
Sikkerhetsfjær	Fjæranordning som avlaster sylindetrykket i kompressor, for eksempel i forbindelse med væske-slag
Sikkerhetsventil	Trykkstyrt ventil som holdes stengt vha. en fjær eller tilsvarende og som åpner automatisk for trykkavlastning når trykket overstiger et gitt innstillingstrykk, og som stenger igjen når trykket har kommet under innstillingstrykket
Skruforbindelse	Gjenget rørforbindelse hvor det ikke kreves noen form for tetningsmateriale
Slagvolum	Kompressorens geometriske fortrenningsvolum per omdreining multiplisert med antall omdreininger per tidsenhet, det vil si tilsvarende kompressorens teoretisk innsugde gass-volum per tids-enhet.

	Piping
	Collector, header
Sentral driftskontroll	Building Automation System Supervisory Control And Data Acquisition
Sentral driftskontroll, SCADA	Building Automation System Supervisory Control And Data Acquisition
	Sectioning valve
	Heat-transfer medium
	Secondary cooling or heating system
	Auto ignition temperature
	Self-contained breathing apparatus
Hurtiglukkeventil	Self closing valve
Semihermetisk motorkompressor	Semihermetic motor compressor
	Certificate
	Safety device
	Safety pressure cut out
Trykkbegrensningsventil	Pressure relief valve
	Thred connetion
	Displacement

Slurpepotte	Beholder montert mellom utløp av fordampner og sug kompressor for å separere eventuell væske fra suggassen
Sluttkontroll	Kontroll av at anlegg eller del av anlegg er bygget, utstyrt og prøvd i henhold til forutsetningene og at nødvendig merking og dokumentasjon foreligger
Sluttverifikasjon	Se sluttkontroll
Smeltesikring	Avlastningsanordning som inneholder et materiale som smelter ved en bestemt temperatur
Spalterørsmotor	Elektrisk motor hvor stator og rotor/aksling skilles ved hjelp av et tynnvegg rustfritt rør
Sparefaktor	Hvor stor andel av levert varmeenergi fra en varmepumpe som er hentet fra varmekilden, for eksempel uteluften
Splittanlegg	Et direkte kulde-, varmepumpeanlegg med 2 atskilte enheter som er prefabrikkert, for eksempel innedel og utedel
Splittsystem	Komplett kuldemediesystem bestående av to hovedelementer, vanligvis kondensator-ringsaggregat og fordampner, som er forbundet med væskerør og gassrør
Spole	Magnetspole, for eks. i magnetventil
Sprengningstrykk	Overtrykket hvor en komponent eller del av anlegg sprekker
Sprengplate	Avlastningsanordning som består av blikk eller folie som brister ved en bestemt trykkdifferanse
Sprengskive	Avlastningsanordning som består av blikk eller folie som brister ved en bestemt trykkdifferanse
Stengeventil	Ventil som stenger for strømning i begge retninger når den er stengt
Steppventil	Elektronisk strupeventil med steppmotor
Strupeorgan	Anordning, kapillarrør eller ventil, som regulerer matingen av kuldemedievæske fra del av anlegget med høyt trykk til del med lavere trykk, for eksempel mellom kondensator og fordampner
Struperør	Kapillarrør benyttet med formål å skape trykksenkning mellom høy- og lavtrykkssiden i en kuldemedie-krets.
Strupeventil	Strupeorgan i form av ventil
Største arbeidstrykk, PS (største driftstrykk)	Det høyeste trykket som kan forekomme i anlegget under drift og ved stillstand, unntatt når trykkavlastningsanordning er i funksjon. (I praksis det trykk anlegg/komponent er sikret ved).
Sugeledningsakkumulator	Beholder montert mellom utløp av fordampner og sug kompressor for å separere eventuell væske fra suggassen
Sveiseforbindelse	Forbindelse dannet ved sammenføring av deler av metall som er i plastisk eller smeltet tilstand
Takgrenseverdi	Yrkeshygienisk grenseverdi for eksponering i en referanseperiode på 15 minutter eller en annen definert periode.

Væskeutskiller, sugeledningsakkumulator	Accumulator
Ferdigkontroll, sluttverifikasjon	Final inspection
Ferdigkontroll, sluttkontroll	Final inspection
	Fusible plug
	Canned motor
Splittsystem	Split system
Splittanlegg	Split system
Coil	Coil
Bruddtrykk	Bursting pressure
Sprengskive	Bursting disk
Sprengplate	Bursting disk
Stoppventil, avstengingsventil	Isolating valve, shut off valve
	Stepper Motor Electronic Expansion Valve
Ekspansjonsorgan	Throttling device
Kapillarrør	Capillary tube
Ekspansjonsventil	Throttling valve, expansion valve
	Maximum working pressure
Væskeutskiller, slurpepotte	Accumulator
	Welded joint

Tavle	Elektrisk skap med kontaktorer, releer, sikringer, rekkeklemmer, lamper, vendere, reguleringsutstyr.
Teknisk kontrollorgan	Organ som har til oppgave å gjennomføre samsvarsvurdering og attestering i henhold til EØS-avtalen
Temperaturbegrenser	Temperaturaktivert enhet som er konstruert for å sikre mot for høye eller for lave temperaturer.
Temperaturbryter	Temperaturaktivert enhet som er konstruert for å sikre mot for høye eller for lave temperaturer.
Temperaturvakt	Temperaturaktivert enhet som er konstruert for å sikre mot for høye eller for lave temperaturer.
Termisk strupeventil	Strupeventil som regulerer væsketilførselen til fordampner i henhold til gassens overhetning i fordampnerutløpet
Termostat	Temperaturstyrt bryter
Termostatisk ekspansjonsventil	Strupeventil som regulerer væsketilførselen til fordampner i henhold til gassens overhetning i fordampnerutløpet
TEWI	Forkortelse for "Total Equivalent Warming Impact". Mål på en prosess sitt totale bidrag til global oppvarming. Lik sum av direkte bidrag fra lekkasje og indirekte bidrag for utslipp av CO ₂ i forbindelse med produksjon av el for driften
Tillatt maksimaltrykk (PS)	Det høyeste trykket som anlegget eller utstyret er dimensjonert for, som spesifisert av produsent
Tilstandskontroll	Omfattende kontroll av anlegg og utstyr i drift, til fastsatte intervaller, i henhold til fastsatte prosedyrer som bedriften selv bestemmer
TLV (Threshold Limit Value)	Yrkeshygienisk grenseverdi for tillatt konsentrasjon av gass i luft, ofte angitt i ppm
Transkritisk prosess	En kulde- eller varmepumpeprosess hvor kompressor avgir gassen med et trykk over kritisk trykk
Trykk, absolutt (bara)	Trykket målt i forhold til vakuum
Trykk, overtrykk (baro)	Trykket målt i forhold til atmosfæretrykket
Trykkavlastningsanordning	Sikkerhetsventil eller sprengplate som er installert for automatisk avlastning ved for høyt trykk
Trykkbegrenser	Trykkvakt som aktiveres når trykket overskrider en gitt verdi (PSH) eller underskrider en gitt verdi (PSL). Automatisk resett
Trykkbegrensningsventil	Trykkstyrt ventil som holdes stengt vha. en fjær eller tilsvarende og som åpner automatisk for trykkavlastning når trykket overstiger et gitt innstillingstrykk, og som stenger igjen når trykket har kommet under innstillingstrykket

El-fordeling, Apparatskap.	Panel
TK	Notified body
	Temperature limiter
	Temperature cut out
Termostat	Temperature switch Thermal switch
Termostatisk ekspansjonsventil	Thermal expansion valve
	Thermostat
Termisk strupeventil	Thermal expansion valve
	TEWI
	Maximum allowable pressure
	TLV
	Transcritical cycle
	Absolute pressure
	Gauge pressure
	Pressure relief device
Pressostat med automatisk resett	Pressure limiter
Sikkerhetsventil	Pressure relief valve, safety-valve

Trykkbeholder	En hvilket som helst komponent i et kuldeanlegg/varme-pumpe utenom: - semihermetiske og åpne kompressorer - pumper - rørslangevarmevekslere, inkl. headere, som benyttes for å kjøle eller varme luft - rør og rørdeler, ventiler, koplinger og fittings - trykkbrytere, manometere, nivåindikatorer - sikkerhetsventiler, sprengplater og smeltesikringer
Trykkbryter	Trykkvakt som aktiveres når trykket overskrider en gitt verdi (PZH) eller underskrider en gitt verdi (PZL). Manuell resett
Trykkbryter, sikkerhets	Trykkvakt som aktiveres når trykket overskrider en gitt verdi (PZHH) eller underskrider en gitt verdi (PZLL). Manuell resett ved hjelp av verktøy
Trykkvakt	Trykkaktivert innretning som er laget for å koble ut en komponent som genererer trykk
Typegodkjent komponent	En komponent hvor ett eller flere eksemplarer er undersøkt i samsvar med en anerkjent standard for typegodkjenning
Undertrykk	Statisk trykk, mindre enn omgivende lufttrykk.
Utedel	Den del av et splittanlegg som plasseres ute. Inneholder normalt kompressor
Utstyr	Pumper, vifter, ventiler, temperatur-, trykk- og nivåmålere, samt annet utstyr som er nød-vendig for betryggende bruk av innretningen eller anlegget
U-verdi	En tallstørrelse som beskriver hvor mye varme som går gjennom per m ² av en konstruksjon ved en temperatur-forskjell på 1 K. Enhet W/(m ² K)
Vakt	Bryter med sikkerhetsfunksjon
Vakuum	Volum hvor trykket er (mye) lavere enn atmosfæretrykket
Vakuumprosedyre	Prosedyre for å kontrollere tetthet ved å sette komponent, anleggsdel eller anlegg under vakuum
Vannkjølemaskin	Kjølemaskin, reversibel eller ikke, som kjøler et sekundærmedium
Varmebærer	Sekundærmedium som transporterer varme fra kuldeanlegg /varme-pumpe for avgivelse til omgivelsene/brukersted i et indirekte system
Varmefaktor	Avgitt varmemengde fra en varmepumpe over en gitt tidsperiode dividert med tilført energi til drift av varmepumpen over den samme perioden
Varmegjennomgangskoeffisient	En tallstørrelse som beskriver hvor mye varme som går gjennom per m ² av en konstruksjon ved en temperatur-forskjell på 1 K. Enhet W/(m ² K)
Varmepumpe	Kuldeanlegg der det primære formålet er oppvarming
Varmeveksler	Komponent hvor varme overføres fra et medium til et annet medium med lavere temperatur

	Pressure vessel
Pressostat med manuell resett	Pressure cut out
Pressostat med manuell resett ved hjelp av et verktøy	Safety pressure cut out
Pressostat	Pressure switch
	Type approved component
Vakuum	Negative pressure
	Outdoor unit
	Equipment
Varmegjennomgangs-koeffisient, k-verdi	U-value
Bryter	(Safety) Switch
Undertrykk	Vacuum
	Vacuum procedure
Isvannsmaskin	Chiller
	Heat transfer medium
Energifaktor, varme	
U-verdi, k-verdi	Heat transfer coefficient
	Heat pump
	Heat exchanger

Vekselretter	Enhet som omformer likespenning til vekselspanning
Vekselventil	Ventil med to utløp, konstruert slik at begge utløpene ikke kan stenges samtidig og at samlet strømningsareal er minst like stor i alle ventilposisjoner som når det ene løpet er helt åpent
Verifikasjon	Undersøkelse for å få bekreftet at en aktivitet, et produkt eller en tjeneste er i samsvar med spesifiserte krav
Vestibyle	Inngangshall eller befolket lokale som anvendes som venterom.
Visuell kontroll	Kontroll av at utstyret er produsert i henhold til kontrollert dokumentasjon og at det ikke har synlige skader eller defekter
Void	Forholdet mellom dampfasens volum og beholderens eller rørsystemets rominnhold
Væskebeholder	Beholder som er permanent tilknyttet anlegget med inn- og utløpsrør for akkumulering av kulde-medievæske
Væsketank	Beholder som er permanent tilknyttet anlegget med inn- og utløpsrør for akkumulering av kulde-medievæske
Væskeutskiller (industrielt anlegg)	Beholder med lavtrykks væske som er forbundet med fordamper(e) med væskeledning og returledning
Væskeutskiller (kommersielt anlegg)	Beholder montert mellom utløp av fordamper og sugeside kompressor for å separere eventuell væske fra suggassen
Åpen kompressor	Kompressor med gjennomgående drivaksling i det gasstette huset
Årsvarmefaktor	Avgitt varmemengde fra en varmepumpe i løpet av et år dividert med tilført energi til drift av varmepumpen det samme året

	Power inverter, inverter
	Changeover device, change-over valve
	Verification
	Void, void fraction
Receiver, væsketank	Liquid receiver
Receiver, væskebeholder	
	Surge drum, liquid separator
Slurpepotte, sugeledningsakkumulator	Accumulator, gas liquid separator, liquid separator
	Open type compressor
	SCOP (Seasonal coefficient of performance)

Utgiver:

Norsk Kjøleteknisk Forening
www.nkf-norge.no

Tekst:

Hans T. Haukås
 Styret og teknisk råd i Norsk Kjøleteknisk Forening
 Normen oppdatert 2017/2018 av Egill T. Elvestad
 Kvalitetssikret av Hans T. Haukås og Helge Lunde

© Norsk Kjøleteknisk Forening, mars 2018
 Det er ikke lov å kopiere noe av materialet i boka uten tillatelse fra utgiver

Grafisk design:

www.filet.no

Trykk:

TS trykk