

Stockholms Stad / Tysklinds i Stockholm AB

Gubbängens IP, Kylanläggning med ammoniak

Risikanalys för personal i kylmaskinrum

Stockholm 2016-08-25

Stockholms Stad / Tysklinds i Stockholm AB

Gubbängens IP, Kylanläggning med ammoniak

Risikanalys – personal i Kylmaskinrum

Datum	2016-08-25
Uppdragsnummer	1320016966
Utgåva/Status	Preliminär

Olof Kisch
Uppdragsledare

Per Stein
Handläggare

Olof Kisch
Granskare

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Det bedöms att risken för personal i kylmaskinrummet ligger på acceptabel nivå under förutsättning att föreslagna riskreducerande åtgärder i denna rapport införs.

Föreslagna riskreducerande åtgärder:

- Automatiskt brandlarm
- Heltäckande utrymningslarm
- Självstängande dörrar som även är försedda med panikregel
- Tydlig märkning av installationer och systemkomponenter
- Alla genomföringar mellan olika brandceller ska vara täta.
- Skyddsutrustning såsom gasmask
- Nöddusch
- Tydlig märkning av rör, kablar och komponenter
- Tydliga användarinstruktioner och anvisningar avseende funktion, drift & underhåll
- Tydlig teknisk dokumentation
- Undvikande av flänsförband och skruvkopplingar för rörinstallationen. Svetsskarvar tillämpas istället i möjligaste mån.
- Om truck får framföras i lokalerna ska påkörningsskydd installeras.
- Ammoniaketektering i varje rum samt utomhus. Larm system för mätning av ammoniakhalt i luft.
- Larm till larmcentral eller bevakningscentral vid ammoniakläckage (högnivåalarm)

Lågnivåalarm vid 300-500 ppm

Högnivåalarm vid 600-1000 ppm.

Brytnivåalarm för elmatning vid 10 000 ppm.

Nödlägesplan och information om riskerna i anläggningen ska finnas för medarbetare och entreprenörer som har behörigt tillträde till kylmaskinrummet. Dessa handlingar måste utarbetas för anläggningen innan den tas drift och utbildning/information till berörda medarbetare och entreprenörer rekommenderas.

Uppfyllande av föreskrifter och regelverk för anläggningen ska säkerställas av ansvarig leverantör/installatör innan anläggningen tas i drift. Fullständig dokumentation av uppfyllandet ska finnas och anläggningen ska CE-märkas enligt samtliga tillämplbara föreskrifter och regelverk.

I anläggningen på Gubbängens IP bör nödlägesfilosofi tillämpas, säkerställ detta genom genomgång av nödlägesplan med berörd personal.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Genomförande	3
1.3	Avgränsningar	4
2.	Regelverk som berör risker för personal i kylmaskinrummet	5
3.	Data för ammoniak	7
4.	Beskrivning kylmaskinrum och av kylanläggningen	8
5.	Riskbedömning	13
6.	Riskreducerande åtgärder	15
7.	Slutsatser	16
8.	Referenser	16

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Gubbängens IP planeras för utbyggnad med en ny fullstor bandybana kombinerad med konstgräs för fotboll utanför issäsong. Anläggningen kommer då att ha två fullstora bandybanor utomhus. I senare skede kommer en bandyhall att byggas över den befintliga isbanan och anläggningen kommer då att ha en fullstor bandybana utomhus och en fullstor bandybana i bandyhallen.

Stockholms Stad genomför åtgärder för ökad kyleffekt i anläggningen. Förbättringsåtgärder planeras därför på befintlig kylmaskin. Ett nytt kylaggregat installeras för den kommande bandyhallen som kommer att uppföras på samma plats som den befintliga isbanan.

Denna rapport omfattar riskbedömning avseende arbete för personal i kylmaskinrum har utförts för den planerade kylanläggningen. Det används kylmaskin med ammoniak som köldmedium och med 16 % ammoniaklösning som köldbärare i kylslingor under isbanan. Mängden köldmedium Ammoniak R717, vattenfri ammoniak, kommer att vara något lägre än för befintlig anläggning. För befintlig anläggning har mängden vattenfri ammoniak varit 2,7 ton. För den nya anläggningen kommer mängden vattenfri ammoniak att vara totalt 1,7 ton och för kylkretsar i isbanorna kommer det att vara sammanlagt ca 200 ton 16 % ammoniaklösning.

1.2 Genomförande

Risakanalysen har utförts av Ramböll Sverige AB. Per Stein har varit ansvarig för genomförande av risakanalysen och Olof Kisch har varit uppdragsledare. Per Stein har erfarenhet av risakanalys för stort antal ishallar med ammoniak som köldmedium och Olof Kisch har lång erfarenhet som ansvarig projektör av kylanläggningar. Ann Martens som är specialist på kemikalier och deras farliga egenskaper har deltagit i uppdraget.

1.3 **Avgränsningar**

Risakanalysen avgränsas till att behandla risk för skada på personal på grund av eventuellt läckage av ammoniak i kylmaskinrummet. Riskanalys avseende personskador hos tredje man pga eventuell spridning av ammoniak vid läckage respektive miljörisker behandlas i andra rapporter som utarbetats av Ramböll för detta projekt:

- Gubbängens IP, Kylanläggning med ammoniak. Riskanalys för Tredje man. Ramböll 2016-08-25
- Gubbängens IP, Kylanläggning med ammoniak
Miljörisakanalys, Ramböll 2016-08-25

2. Regelverk som berör risker för personal i kylmaskinrummet

Viktiga regelverk och föreskrifter som berör säkerheten vid arbete i kylmaskinrummet är följande:

- Systematiskt arbetsmiljöarbete, AFS 2001:1
- Kemiska arbetsmiljörisker, AFS 2014:43
- ATEX, AFS 2016:4 och AFS 2003:3
- Trycksatta anläggningar, AFS 2016:1 och AFS 2002:1
- Kylanläggningar och värmepumpar - Säkerhets- och miljökrav - Del 1:
Grundläggande krav, definitioner, klassificering och urvalskriterier, SS-EN 378-1:2008+A2:2012
- Kylanläggningar och värmepumpar - Säkerhets- och miljökrav - Del 2:
Utformning, konstruktion, provning, märkning och dokumentation, SS-EN 378-2:2008+A2:2012
- Kylanläggningar och värmepumpar - Säkerhets- och miljökrav - Del 3:
Uppställningsplats och personskydd, SS-EN 378-3:2008+A1:2012

Föreskrift AFS (arbetsmiljöverkets föreskrift)	Hantering av risker enligt AFS
Systematiskt arbetsmiljöarbete	Hanteras av anläggningsägaren enligt AFS 2001:1.
Kemiska arbetsmiljörisker	Enligt AFS 2014:43. Hanteras av anläggningsägaren. Uppdatering och uppföljning med personal och berörda entreprenörer utförs löpande av anläggningsägaren. Att förutsättningar i projekterad anläggning finns för att arbetsmiljön gällande exponering av ammoniakgas ska kunna uppfylla gällande krav under driftskedet bedöms i denna rapport.
ATEX	AFS avseende utrustning att användas i potentiellt explosiv atmosfär AFS 2016:4 ska uppfyllas för den färdiga installationen av anläggningen. Att kraven blir uppfyllda innan anläggningen tas i drift säkerställs av leverantör/installatör av kylanläggningen. AFS för ägare, användare och arbetsgivare av anläggningar i AFS 2003:3 gäller krav på anläggningsägaren/arbetsgivaren för att anställda och berörda entreprenörer ska kunna arbeta under säkra förhållanden i potentiellt explosiv miljö.

Trycksatta anordningar	Utrustningsdirektivet AFS 2016:1 ska uppfyllas för den färdiga installationen av anläggningen. Att kraven blir uppfyllda innan anläggningen tas i drift säkerställs av leverantör/installatör av kylanläggningen. Användardirektivet AFS 2002:1 uppfylls av ägare, användare och arbetsgivare arbetsgivaren för att anställda och berörda entreprenörer ska kunna arbeta under säkra förhållanden där det finns trycksatta anordningar.
Kylanläggningar och värmepumpar - Säkerhets- och miljökrav - Del 1: Grundläggande krav, definitioner, klassificering och urvalskriterier, SS-EN 378-1:2008+A2:2012	Uppfylls av leverantör/installatör av anläggningen
Kylanläggningar och värmepumpar - Säkerhets- och miljökrav - Del 2: Utformning, konstruktion, provning, märkning och dokumentation, SS-EN 378-2:2008+A2:2012	Uppfylls av leverantör/installatör av anläggningen
Kylanläggningar och värmepumpar - Säkerhets- och miljökrav - Del 3: Uppställningsplats och personskydd, SS-EN 378-3:2008+A1:2012	Uppfylls av leverantör/installatör av anläggningen

Tabell 1. Kommentarer till och uppfyllelse av tillämplbara regelverk

Leverantör/installatör av anläggningen ansvarar enligt uppgift för att anläggningen CE-märks och att den uppfyller överensstämmelse gentemot samtliga tillämplbara arbetsmiljöverkets föreskrifter, standarder och andra föreskrifter som ska vara uppfyllda för att anläggningen ska kunna CE-märkas.

3. Data för ammoniak

Ammoniak är vid atmosfärstryck en gas med kokpunkt vid -33°C . I Produktionskylanläggningen Värme/Kyla hålls ammoniaken under tryck så att större delen är kondenserad till vätska. När en kylanläggning eller produktionsanläggning för värme/Kyla är i drift cirkulerar ren ammoniak mellan hög- och lågtryckssida. (Ren ammoniakgas motsvarar halten 1 000 000 ppm.)

Vattenfri ammoniak skall vara märkt Giftig (T), Frätande (C) och Miljöfarlig (N) enligt KIFS 1994:12.

Densitet för ammoniak i vätskeform är 610 kg/m^3 vid $+20^{\circ}\text{C}$. I gasform har ammoniak vid atmosfärstryck en lägre densitet än luft.

Ammoniaks giftighet:

Koncentration (ppm)	Effekter av exponering	Exponeringens varaktighet
5	Luktgräns för många människor	
20	Tydlig lukt, inga skadliga effekter på normalpersonen	NGV. Max tillåten koncentration för en hel arbetsdag enligt AFS 2015:7.
50	Inga skadliga effekter för normalpersonen. Lukten känns tydligt för de flesta personer	TGV. Max tillåten koncentration för vistelse i 5 minuter enligt AFS 2015:7.
100	Besvärande att vistas i utan andningsskydd. Lindriga ögonirritationer uppträder.	
300	IDLH*. Max tolerabel koncentration utan allvarliga störningar.	1 h
2000-3000	Krampaktig hostning, svår ögonirritation.	Personer kan omkomma efter längre exponering.
5000-7000	Krampaktig andning. Snabb kvävning	Personer kan omkomma efter kortare exponering

Tabell 2. Ammoniaks giftighet vid olika koncentrationer i luften.
Källa Svensk Kylnorm [1]

*Immediately Dangerous to Life and Health. Myndighetsvärden i USA definierade som den maximala exponeringskoncentrationen på en arbetsplats, från vilken man ska kunna utrymma inom 30 minuter utan symptom som hämmar utrymningsförmågan eller utan att irreversibla hälsoproblem uppstår.

Ammoniak klassificeras som grupp 2 köldmedium. Grupp 2 kännetecknas av att giftigheten är dess dominerande farliga egenskap.

Hygieniska gränsvärdet anges i AFS 2015:7 [2]. Nivågränsvärde för exponering under en arbetsdag anges till 20 ppm (14 mg/m³) och takgränsvärde för exponering under 5 minuter är 50 ppm (36 mg/m³).

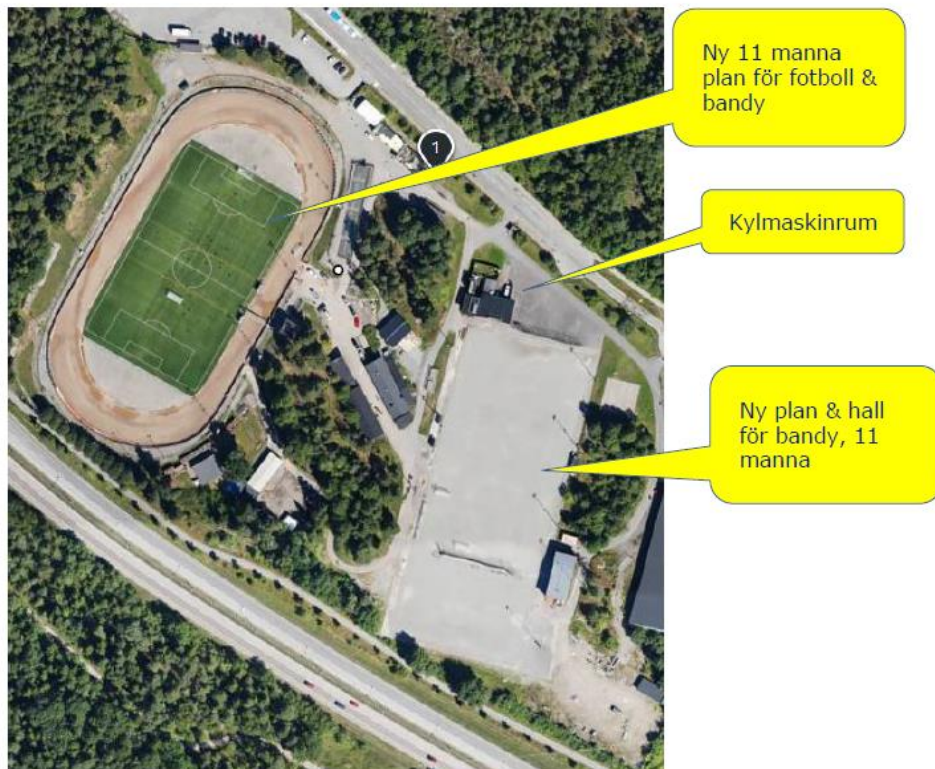
Vid hög koncentration, inom 150 000 – 280 000 ppm ammoniak, är en blandning ammoniak-luft antändbar. Flampunkten för förångad ammoniak blandad med luft är 110 °C. Ammoniak behandlas lyder under ATEX-regelverket.

4. Beskrivning kylmaskinrum och av kylanläggningen

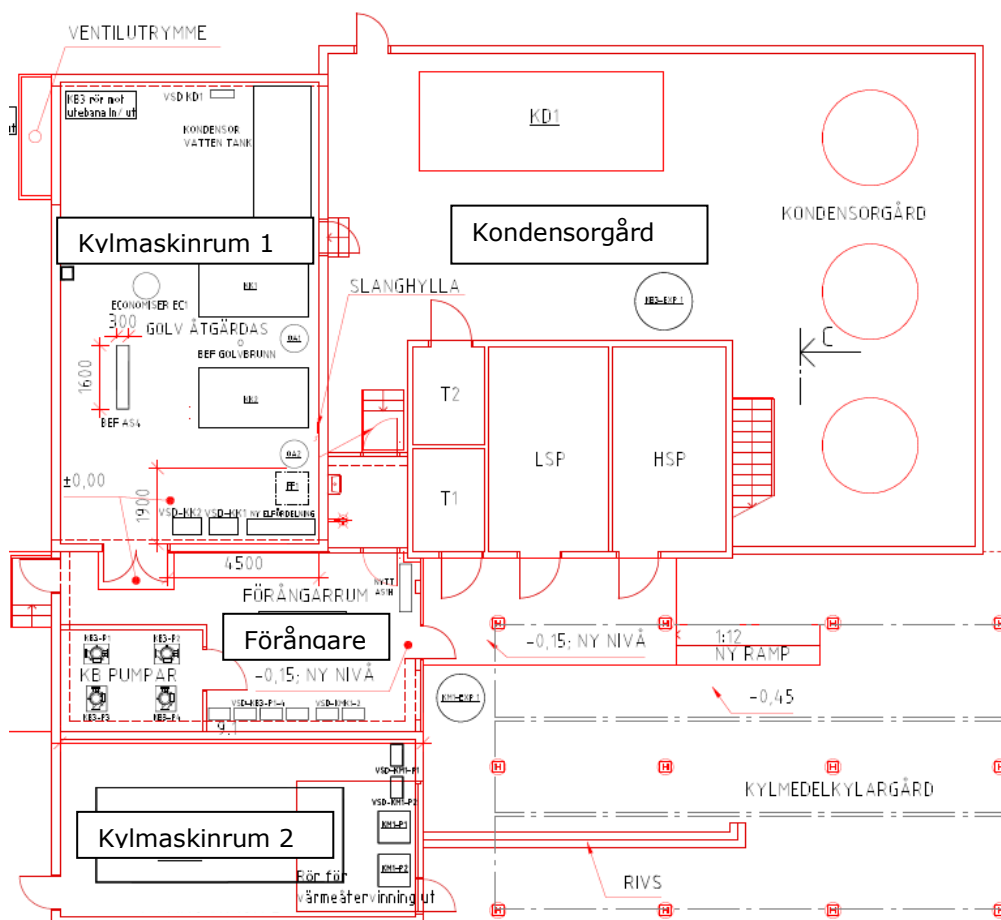
Det finns två kylmaskinrum med två kylkompressorer i kylmaskinrum 1 och ett vätskekylaggregat med två kylkompressorer i kylmaskinrum 2. Anläggningen utgörs av ett slutet system vilket innebär att ingen påfyllning av ammoniak behöver göras. Ingen lagring av ammoniak sker i anläggningen.

Ett nytt vätskekylaggregat, VKA1 för ammoniak installeras i maskinrum 2 för att i första hand betjäna den kommande bandyhallen. Aggregatet utrustas med economiser, vätskekylad oljekylare och hetgasvärmväxlare för energieffektiv drift. I förångarrum byts befintlig förångare av typen tubpannevärmväxlare till ny förångare av typen helsvetsad plattvärmväxlare. Detta medför mer energieffektiv drift, lägre köldmediemängd och minskad läckagerisk

Kylmaskinrummet ligger i separat byggnad vid den befintliga isbanan där bandyhallen ska byggas i senare skede. i ishallens nordöstra hörn, se figur 1.



Figur 1 Situationsplan över Gubbängens IP med bandybana, bandyhall och kylmaskinrum. I bildens nederkant syns Örbyleden.



Figur 2 Layoutritning över kylmaskinrummen, kondensorgård och kylmedelsgård.

I kylmaskinrummen finns kylkompressorer, värmexlare och kringutrustning för att betjäna ispist i form av konstfrusen bandybana. Kylmaskinen är tryckbärande anordning innehållande ammoniak som köldmedium. Befintlig evaporativ kondensator behålls men en genomgång utförs avseende dess funktion och korrosion. Vid behov utförs relevanta åtgärder av ansvarig leverantör av anläggningsdelarna.

Skulle det inträffa ett läckage i kylmaskinrummet när anläggningen är i drift, exempelvis i evaporativ kondensator utomhus eller i rörledningar finns risk att personer exponeras och mår dåligt eller skadas. Det finns risk att personal som utför inspektion och underhåll på anläggningen påverkas om det skulle ske ett läckage i anläggningen.

I händelse av ett för högt tryck i kylmaskinen bryter i första hand elektronisk högtrycksvakt och i andra hand bryter en mekanisk högtrycksvakt. I tredje hand öppnar säkerhetsventil varvid endast en mindre mängd ammoniak släpps ut via

utloppsrör på kylmaskinrummets tak. Mängden ammoniak som släpps ut om säkerhetsventil öppnar är så liten att omgivningen inte bedöms påverkas. Säkerhetsventilens öppningstryck är 22 bar på högtryckssidan och 18 bar på lågtryckssidan.

Evaporativ kondensor är placerad på kondensorgården. Kondensorkretsen innehåller vattenfri ammoniak.

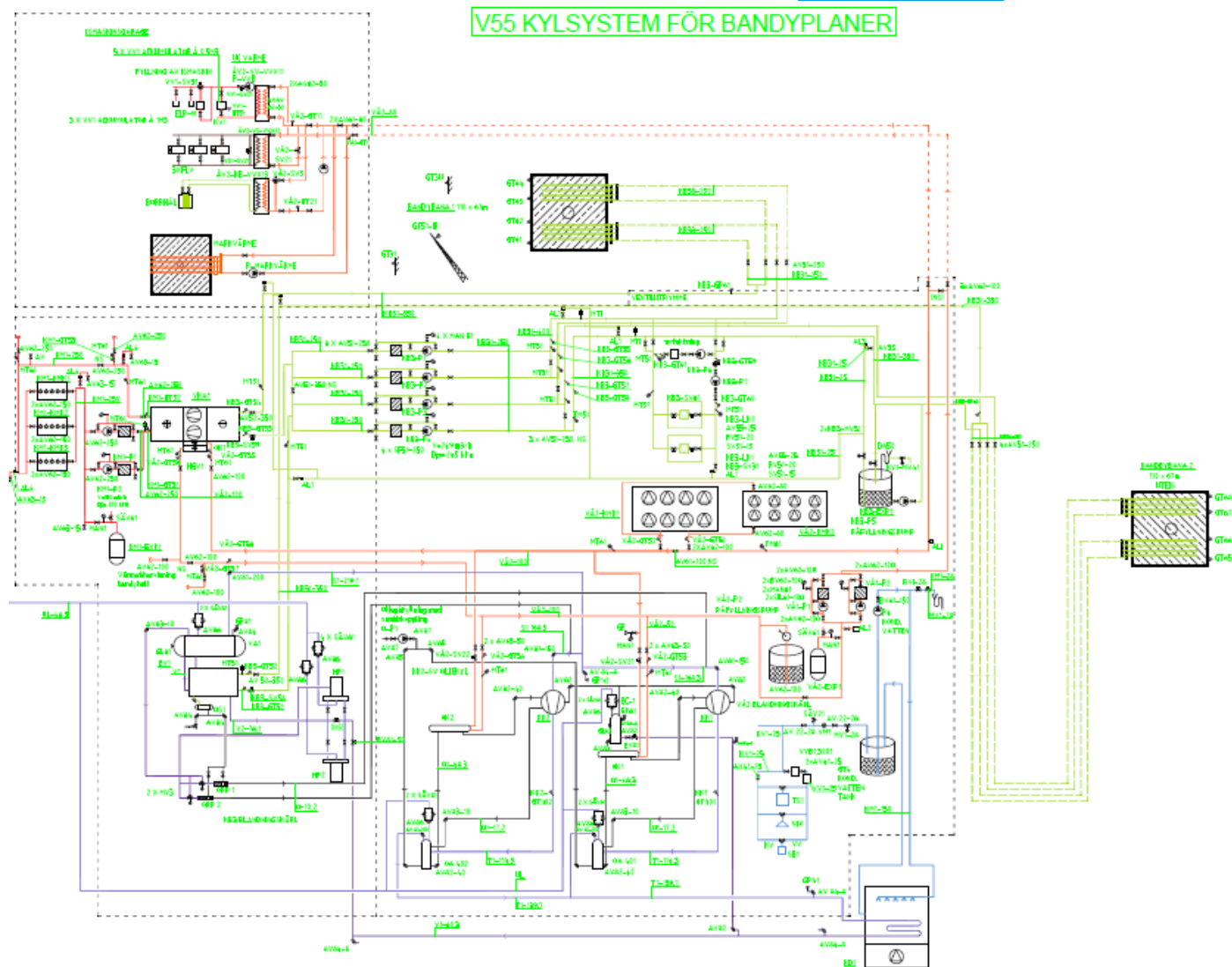
Isbanan kyla med slingor i stenmjölsbädden under konstgräsplanen för utebanan och slingor ingjutna i betongen under isen banan för bandyhallen. Slingorna utgörs av plaströr med diameter 25 mm och som är fyllda med 16 % ammoniaklösning. Kylslingorna med ammoniaklösning är anslutna till kylaggregaten.

Gasdetektorer installeras för att indikera eventuellt köldmedieläckage installeras i såväl maskinrum, förångarum som ute på kondensorgård. Dessa är kopplade via övervakningssystemet och vid tillämpliga nivåer startas nödventilation, stoppas kompressorer och bortkopplas elmatning.

Kylmaskinrummen sköts av drifttekniker från inhyrd entreprenör. Service av kylmaskinerna görs av totalentreprenören under garantitiden.



Figur 3 Foto som visar kylmaskinrum och befintlig isbana



Figur 4 Kretsschema för kylanläggningen

5. Riskbedömning

I detta kapitel sammanställs riskbedömningen vilken baseras på anläggningsutförande som beskrivs under kapitel 4.

Sannolikhet och konsekvens för identifierade riskscenarier värderas enligt femgradiga skalor enligt nedan.

Sannolikhetsklass	Uppskattad skadefrekvens
1	Mindre än en gång på 1000 år
2	En gång per 100-1000 år
3	En gång per 10-100 år
4	En gång per 1-10 år
5	Mer än en gång per år

Tabell 3. Klasser för bedömning av sannolikhet

Konsekvensklass	Uppskattad konsekvens
1	Lindriga obehag
2	Varaktiga obehag, enstaka skadade
3	Svåra obehag, flera skadade
4	Enstaka dödsfall, flera skadade
5	Flera dödsfall, tiotals svårt skadade

Tabell 4. Klasser för bedömning av konsekvens

Gällande skador på grund av läckage och ammoniakexponering i kylmaskinrummet bedöms konsekvensklass 5 knappast ej vara möjlig eftersom det ej vistas ett flertal personer i kylmaskinrummet.

Riskmatris enligt nedan används för riskbedömningen.

Sannolikhet						
Hög	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
Låg	1	1	2	3	4	5
		1 Små	2	3	4	5 Stora
		Konsekvenser				

	Hög risk	Oacceptabel risknivå. Riskeliminering eller riskreducerande åtgärder ska alltid vidtas för att sänka risknivån.
	Medelhög risk	Riskreducerande åtgärder till en rimlig insats och kostnad ska vidtas. Under de förutsättningarna är risken acceptabel
	Låg risk	Riskenivån är acceptabel. Ingen åtgärd behövs.

Händelser med ammoniakutsläpp som kan leda till olyckor med personskada i kylmaskinrummet har identifierats och riskbedömts. Resultaten finns redovisade i What If-analys med sannolikhets- och konsekvensvärderingar för tänkbara skador på personer, se bilaga.

Konsekvenser i kylmaskinrummets omgivning som kan drabba användare av isbanorna samt personer i omgivningen behandlas inte i denna riskanalys. Konsekvensen i denna riskanalys begränsas till personal som vistas i kylmaskinrummet, dvs sannolikheter och konsekvenser gäller identifierade skadehändelser i kylmaskinrum.

Om kylmaskinerna underhålls regelbundet bedöms sannolikheten för en olycka med ett allvarligt utsläpp av ammoniak vara mycket låg under drift, mindre än 1 gång på 100 år, om orsaken är en mekanisk skada eller ett materialfel.

Sannolikheten för att en olycka kan orsakas av den mänskliga faktorn är mycket svår att bedöma. Förebyggande åtgärder för att minska risken för olycka p.g.a. mänskliga faktorn är viktigt. Här betyder utbildning och information till personal mycket för att hålla ner sannolikheten för olycka.

För att hålla en låg sannolikhet för ett ammoniakutsläpp samt begränsa konsekvens av ett utsläpp är det viktigt att kontinuerligt vidta förebyggande åtgärder.

Identifierade risker/skadehändelser, tänkbara orsaker samt föreslaga åtgärder finns noterade i bifogat riskanalysprotokoll.

Den högsta risken bedöms ligga på medelhög nivå varvid riskreducerande åtgärder ska införas. Riskreducerande åtgärder är sammanställda i kapitel 6. Under förutsättning att åtgärderna i kapitel 6 införs bedöms risknivån för personal kylmaskinrum vara acceptabel.

6. Riskreducerande åtgärder

Följande riskreducerande åtgärder förslås för anläggningen:

- Automatiskt brandlarm
- Heltäckande utrymningslarm
- Självstängande dörrar som även är försedda med panikregel
- Tydlig märkning av installationer och systemkomponenter
- Alla genomföringar mellan olika brandceller ska vara täta.
- Skyddsutrustning såsom gasmask
- Nöddusch
- Tydlig märkning av rör, kablar och komponenter
- Tydliga användarinstruktioner och anvisningar avseende funktion, drift & underhåll
- Tydlig teknisk dokumentation
- Undvikande av flänsförband och skruvkopplingar för rörinstallationen. Svetsskarvar tillämpas istället i möjligaste mån.
- Om truck får framföras i lokalerna ska påkörningsskydd installeras.
- Ammoniaketektering i varje rum samt utomhus. Larm system för mätning av ammoniakhalt i luft.
- Larm till larmcentral eller bevakningscentral vid ammoniakläckage (högnivåalarm)

Lågnivåalarm ska starta vid 30-50 ppm

Högnivåalarm vid 600-1000 ppm.

Brytnivåalarm för elmatning vid 10 000 ppm.

Vid lågnivåalarm ska följande ske:

- Personal i kylmaskinrum ska larmas
- Nödventilation ska starta
- Blixtljus skall signalera utanför ingångar

Vid högnivåalarm ska följande ske:

- Personal i kylmaskinrum ska larmas
- Nödventilation ska starta
- Larm går till larmcentral eller bevakningscentral
- Kylskåpen ska stoppas

Vid brytnivåalarm ska följande ske:

- All övrig elutrustning ska stoppas förutom till nödbelysning och till nödventilationsfläkt

Nödlägesplan och information om riskerna i anläggningen ska finnas för medarbetare och entreprenörer som har behörigt tillträde till kylmaskinrummet. Dessa handlingar måste utarbetas för anläggningen innan den tas drift och utbildning/information till berörda medarbetare och entreprenörer rekommenderas.

7. Slutsatser

Det bedöms att risken för personal i kylmaskinrummet ligger på acceptabel nivå under förutsättning att föreslagna riskreducerande åtgärder i kapitel 6 i denna rapport införs.

Nödlägesplan och information om riskerna i anläggningen ska finnas för medarbetare och entreprenörer som har behörigt tillträde till kylmaskinrummet. Dessa handlingar måste utarbetas för anläggningen innan den tas drift och utbildning/information till berörda medarbetare och entreprenörer rekommenderas.

Uppfyllande av föreskrifter och regelverk för anläggningen ska säkerställas av ansvarig leverantör/installatör innan anläggningen tas i drift. Fullständig dokumentation av uppfyllandet ska finnas och anläggningen ska CE-märkas enligt samtliga tillämplbara föreskrifter och regelverk.

8. Referenser

1. International Electrotechnical Commission (IEC) (1995) International Standard – Dependability management part 3: Application guide – Section 9: Risk Analysis of technological systems.
2. Kylbranschens samarbetsstiftelse, Svensk Kylnorm.
3. Räddningsverket (1999) Hur farlig är en ishall med ammoniak?
4. SS-EN 378-1-3:2008+A2:2012

Nr	Vad händer om?	Tänkbar orsak	Konsekvens	Risk			Åtgärd (V=Vidtagen; F=Föreslagen)
				Sann1.	Kons.	Värder.	
A1	Otät ventil	Korrosion Slitage Brist på underhåll Mänskliga faktorn	Ammoniak läcker ut inomhus, se vidare nr B1	1	3		
A2	Flänspackning är otät eller springer läck	Korrosion Brist på underhåll Mänskliga faktorn	Ammoniak läcker ut inomhus, se vidare nr B1	1	3		
A3	Värmeväxlare läcker i lödning	Spänningskorrosion	Mycket ammoniak läcker ut inomhus, se vidare nr B2	1	4		
A4	Rörledning går av	Spänningskorrosion	Mycket ammoniak läcker ut inomhus, se vidare nr B2	1	4		

¹ Sannolikhet är bedömd utifrån risk för olycka under drift, om kylmaskinerna underhålls regelbundet. Sannolikhet för en olycka orsakad av den mänskliga faktorn har ej bedömts.

A5	Trycket i kylmaskinen blir för högt	Styr/Instrumentfel Mänskliga faktorn	Säkerhetsventil öppnar och ammoniak strömmar ut utomhus, se vidare nr B3+B4 Ventilationen till ishallen stannar om det detekteras ammoniak i ventilationsluftintaget.	1	3		
A6	Läcka uppstår vid påfyllning med ammoniak	Mänskliga faktorn	Troligen samma som nr A1/A2	1	3		

Nr	Vad händer om?	Tänkbar orsak	Konsekvens	Risk			Åtgärd (V=Vidtagen; F=Föreslagen)
				Sann2.	Kons.	Värder.	
A7	Larm ur funktion och samtidigt fel som medför läcka		Larm fungerar ej vilket medför att läckaget kan pågå en längre tid.	1	2		
A8	Läckage då ishallen är obemannad		Gaslarmet indikerar ammoniakutsläpp och räddningstjänsten larmas automatiskt.	1	3		

² Sannolikhet är bedömd utifrån risk för olycka under drift, om kylmaskinerna underhålls regelbundet. Sannolikhet för en olycka orsakad av den mänskliga faktorn har ej bedömts

Sekundära skadehändelser							
Nr	Vad händer om?	Tänkbar orsak	Konsekvens	Sann3.	Risk Kons.	Värder.	Åtgärd (V=Vidtagen; F=Föreslagen)
B1	Lite ammoniak läcker ut inomhus	Otät ventil, packning e.d. (A1-A2)	Hälsofara inomhus.	2	3		
B2	Mycket ammoniak läcker ut inomhus	Värmeväxlarläcka (A3) eller rörbrott (A4)	Ammoniak kommer ut utomhus, se vidare B5+B6	1	3		
B4	Ammoniak kommer ut utomhus	Säkerhetsventil öppnar (A5)		2	2		Hanteras i separat Riskanalys Tredje Man
B5	Ammoniak kommer ut utomhus,	Stor läcka inomhus (A3/A4) och otät byggnad	Risk för tredje man	1	2		Hanteras i separat Riskanalys Tredje Man
B6	Ammoniak kommer ut utomhus,	Stor läcka inomhus (A3/A4), och öppet fönster eller öppen dörr ut	Störst hälsofara för oförberedda, se vidare B7+B8+B9	1	2		Hanteras i separat Riskanalys Tredje Man

³ Sannolikhet är bedömd utifrån risk för skada/olycka under drift, om kylmaskinerna underhålls regelbundet. Sannolikhet för en olycka orsakad av den mänskliga faktorn har ej bedömts

Sekundära skadehändelser							
Nr	Vad händer om?	Tänkbar orsak	Konsekvens	Sann4.	Risk Kons.	Värder.	Åtgärd (V=Vidtagen; F=Föreslagen)
B7	Ammoniak sprids via avloppsnätet	Stor läcka inomhus (A4/A5) och tät byggnad	Övertryck kan eventuellt pressa gas genom vattenlås, dvs. viss hälsofara för oförberedda	1	2		
B9	Ammoniak hamnar i tilluft till bostäder	Ammoniak kommer ut utomhus (B4, B5, B6).	Hälsofara för oförberedda på isbana, publik och i bostäder.	-	-		Denna risk hanteras i separat Riskanalys Tredje Man

⁴ Sannolikhet är bedömd utifrån risk för olycka under drift, om kylmaskinerna underhålls regelbundet. Sannolikhet för en olycka orsakad av den mänskliga faktorn har ej bedömts