

Internt dokument

2021-07-19

Ärendenr: ORU 2021/03084

Sidnr: 1 (28)



Internutredning av en incident med ett kvävgaskärl i ett laboratorium i Prismahuset på Örebro universitet



Sammanfattning

Någon gång efter kl.18:25 den 3:e maj och innan kl. 07:17 den 4:e maj 2021 så byggs det upp ett kraftigt övertryck i ett kvävgaskärl i ett laboratorium i Prismahuset som får kärlet att deformeras och förflyttas. Ingen vistades i lokalen då incidenten inträffade.

Kvävgaskärlets botten som tidigare var platt är konvex i utseendet. Då labbpersonalen gick för dagen stod kvävgaskärlet i en upprätt position på en rullvagn bredvid kylskåpet i laboratoriet. Efter incidenten så ligger kvävgaskärlet på sidan under handfatet, tryckt intill väggen i närheten av ingången till laboratoriet. Rullvagnen som kvävgaskärlet tidigare stod på, ligger i flera bitar på golvet. På golvet i närheten av där kvävgaskärlet stod ligger det innertaksplattor som har ramlat ned. Det ligger även aluminiumbitar över en större del av golvet i laboratoriet. Kylskåpet som kvävgaskärlet var placerad vid har en fördjupning ca 30 cm från golvet som tros ha uppkommit efter ett kraftigt slag av kvävgaskärlets ena handtag, då kvävgaskärlet har vält. I handfatet precis innanför dörren ligger en del av kvävgaskärlets säkerhetsventil, en plastbit. Resten av kvävgaskärlets säkerhetsventil, en cylinderformad metallbit, ligger framför kemikalieskåpet.

Kvävgaskärlet rymmer 35 liter flytande kväve och är ett öppet Taylor-Wharton Kärl ur LD-serien. När avtappningsanordningen används monteras denne på kärlet genom att man fäster en klämma runt halsen som man skruvar fast. Kärlet blir då trycksatt. De svarta handtagen öppnar upp ventilen för det flytande kvävet samt ventilen för kvävet i gasfas. På avtappningsanordningen finns också två avlastningsventiler (primär och sekundär) samt en tryckmätare. Avlastningsventilernas uppgift är att förhindra att det byggs upp ett övertryck i kvävgaskärlet.

Enligt den tekniska analysen som har genomförts så kan inga orsaker till händelsen fastställas. Dock är det mycket möjligt att övertrycket i kärlet orsakades av att kvävgaskärlet är gammalt och att skadorna som uppstod i kärlet kan förklaras av åldersrelaterade orsaker. En annan möjlig förklaring är att kvävgaskärlet har tappats och att kvävgaskärlets skador har orsakats av detta. Se MTO-händelseutredningen i bilaga 1.

Efter incidenten så kan flera viktiga slutsatser dras. En av dessa är hur viktigt det är att göra riskbedömningar. Det är också viktigt att personalen har tillgång till manualer, bruksanvisningar, säkerhetsdatablad samt skriftliga instruktioner och att det finns rutiner för hur dessa ska sparas. Det framkom även att efterlevnaden av arbetsmiljöverkets föreskrifter samt Örebro universitets egna skrivelser om systematiskt arbetsmiljöarbete är bristfällig.

För att förhindra att incidenter som detta upprepas så bör man titta övergripande på hela universitetets verksamhet för att se om kravet på kontroller och fortlöpande tillsyn av trycksatta anordningar är uppfyllt. Rutiner för kontroller och fortlöpande tillsyn för trycksatta kärl borde utarbetas i de fall där de saknas. Likaså rutiner för hur manualer, bruksanvisningar och säkerhetsdatablad ska sparas. Riskbedömningar borde ingå som en naturlig del i den dagliga verksamheten. Skriftliga instruktioner bör också utarbetas samt skriftliga rutiner för utbildning av personal.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
1. Bakgrund.....	4
1.1 Syfte.....	4
1.2 Kvävet's egenskaper.....	4
1.3 Beskrivning av kvävgaskärlet som var involverad i incidenten.....	5
1.4 Beskrivning av labbet och av labbpersonalen.....	5
1.5 Beskrivning av ansvarsfördelningen på Örebro universitet.....	5
1.6 Påfyllnad av kvävgaskärl med flytande kväve.....	6
2. Metod.....	6
3. Resultat.....	7
3.1 Beskrivning av händelseförloppet.....	7
3.2 Orsaker, bakomliggande orsaker, barriärer samt avvikelser.....	8
3.3 Teknisk analys av kvävgaskärlet samt av avtappningsanordningen.....	15
4. Konsekvensanalys.....	16
5. Åtgärder/rekommendationer.....	17
6. Diskussion.....	17
7. Referenser.....	18
8. Bilagor.....	20
Bilaga 1: MTO-händelseutredning.....	20
Bilaga 2: Teknisk analys.....	24
Bilaga 3: Beräkning av syrgashalten.....	25
Bilaga 4: Ritning av laboratoriet.....	26
Bilaga 5: Bilder på kvävgaskärlet.....	27
Bilaga 6: Bilder från budfirman som visar hur kärl förankras.....	28

1. Bakgrund

1.1 Syfte

Enligt arbetsmiljöverkets föreskrift om systematiskt arbetsmiljöarbete så ska arbetsgivaren utreda orsakerna efter att ett allvarligt tillbud har inträffat så att risker för ohälsa och olycksfall kan förebyggas i framtiden. Enligt samma föreskrift är arbetsgivaren skyldig att vidta de åtgärder som behövs för att uppnå en tillfredsställande arbetsmiljö. Målet med den interna utredningen är att skapa förståelse för vad som hänt samt att systematiskt beskriva vad som hände, varför det hände och vad som kunde ha förebyggts att det hände för att identifiera och åtgärda de bakomliggande orsakerna till det allvarliga tillbudet med kvävgaskärlet.

Utredningen har omfattat det inträffade tillbudet. De arbetssätt samt styrande och redovisande dokument som relateras till identifierade orsaker och händelser i denna utredning har analyserats. Inom ramen för utredningen har inte en fullständig genomgång av arbetsmiljö- och säkerhetsarbete, tillbudsrapportering, ledningssystem och arbetssätt genomförts.

1.2 Kvävets egenskaper

Flytande kväve är en färg och luktfri vätska med en temperatur av minus 196 °C. Genom sin låga temperatur kan flytande kväve orsaka svåra köldskador vid kontakt med huden samt även vid hudkontakt med nedkyld utrustning. Ögonen är speciellt känsliga och måste alltid skyddas mot stänk.

Kväve är en inert gas som inte är giftig och som inte brinner. Vid normalt tryck och temperatur tar kvävgasen ca 700 gånger så stor plats som vätskan. Utspilld vätska förångas snabbt och omvandlas till gas som är kall och tyngre än luft och sprider ut sig utmed golvet. Vid gasombildning av flytande kväve finns det en risk för undanträngning av luftens syre, vilket kan medföra att syrebrist uppstår.

Normalt innehåller luften cirka 21% syre. Sjunker halten under 18% ökar risken för olyckor betydligt. Enligt arbetsmiljöverkets föreskrift om gaser så ska syrgaskoncentrationen i luften inte understiger 20 volymprocent i lokaler där gas hanteras. Om syrgaskoncentrationen understiger 18 volymprocent ska andningsapparat användas vid arbete i lokalen. En frisk person kan överleva ett kort tag vid en syrekonzentration på omkring 16 %¹. Symptom som andfäddhet, hjärklappning och trötthet uppkommer. Med mindre än 10% syre i luften svimmar man utan förvarning, hjärnskador uppstår och döden är ett faktum inom några minuter om inte livräddning påbörjas omedelbart². Ett par andetag av kvävgas eller annan inert gas räcker för att orsaka omedelbar medvetslöshet. I små utrymmen eller i dåligt ventilerade lokaler kan ett relativt litet spill leda till att luftens syre trängas undan, vilket kan leda till medvetslöshet och kvävning (endast 1 dl flytande kväve som förångas kan leda till farligt låg syrgashalt i ett utrymme som har en volym på 2 m³ (t ex en hiss eller bil)³).

¹ Information om inerta gaser, Linde. https://www.linde-gas.se/sv/safety_health_ren/gas_risks/inert_gas/index.html.

² Broschyr; Allmänna risker och faror med inerta gaser, European Industrial Gases Association.

³ Säkerhetsföreskrifter. Hantering av flytande nitrogen. Linde.



Flytande kväve är varken oxiderande eller brandfarligt i sig självt. Under vissa omständigheter kan dock luft kondenseras om den kommer i kontakt med oisolerad nedkyld utrustning. Den kondenserade luften som droppar från utrustningen kommer ha en förhöjd oxygenhalt (eftersom syre har högre kokpunkt än kväve). Detta leder till en ökad brandrisk vid kontakt med brandfarligt material.

1.3 Beskrivning av kvävgaskärlet som var involverad i incidenten

Kvävgaskärlet rymmer 35 liter flytande kväve och är ett öppet Taylor-Wharton Kärlet ur LD-serien. När avtappningsanordningen används monteras denne på kärlet genom att man fäster en klämma runt halsen som man skruvar fast. Kärlet blir då trycksatt. De svarta handtagen öppnar upp ventilen för det flytande kvävet samt ventilen för kvävet i gasfas. När ventilen för det flytande kvävet är öppet så är det trycket i kärlet som gör att det flytande kvävet kan tappas ur avtappningsanordningen. På avtappningsanordningen finns också två avlastningsventiler (primär och sekundär) samt en tryckmätare. Den primära avlastningsventilen ska upprätthålla ett normalt fungerande tryck i kvävgaskärlet. Den sekundära avlastningsventilen ska förhindra en farlig tryckökning i de fall då den primära avlastningsventilen har slutat att fungera eller då den primära avlastningsventilens kapacitet är överskriden.

Taylor-Wharton kärlet är uppbyggd som en värmeisolerande termos som består av ett inre kärlet och en yttre kropp som är separerade av ett vakuum. Detta ska förhindra en uppvärmning av det inre kärlet från den yttre omgivningen. Ytterligare lager mellan den yttre kroppen samt det inre kärlet skyddar det inre kärlet från den värmande effekten av infraröd strålning. Den yttre kroppen är gjord av aluminium.

Kvävgaskärlet av typen LD-serien används för att hantera samt förvara små mängder av flytande kväve. För öppna kärlet förångas det flytande kvävet i kärlet långsamt ca 0,23 l per 24 h (dvs att all gas i kärlet förångas efter ca 152 dagar om det flytande kvävet i kärlet inte används under denna tid).

1.4 Beskrivning av labbet och av labbpersonalen

Labbpersonalen som använder flytande kväve i det aktuella laboratoriet i Prismahuset består av en forskningsledare, en universitetslektor, en biträdande lektor, två postdoktorer, en doktorand, samt två studenter som gör sina examensarbeten varav en kommer från Uppsala universitet och den andra kommer från högskolan i Skövde.

Forskargruppen arbetar med växter och bakterier. De studerar signaltransduktion och metabolism i växter samt uttrycker vaccinantigener i växter. Det flytande kvävet används för att frysa ned växter och celler som ligger i aluminiumfoliepaket i frigolitflådor.

1.5 Beskrivning av ansvarsfördelningen på Örebro universitet

Hur universitetets arbetsmiljöarbete organiseras beskrivs i "Policy om god arbets- och studiemiljö". Av policyn framgår att rektor har det övergripande arbetsmiljöansvaret och kan fördela arbetsmiljöuppgifter inom universitetet. Vidare framgår det att respektive chef ska driva det systematiska arbetsmiljöarbetet inom sitt område och samt att alla medarbetare ska medverka i arbetsmiljöarbetet och delta i de åtgärder som behövs för att åstadkomma en god arbetsmiljö. Det systematiska arbetsmiljöarbetet vid Örebro universitet ska bedrivas i samverkan mellan chefer, medarbetare och studenter. Enligt policyn ska medverkande undersöka, bedöma risker, åtgärda, samt



följa upp och förebygga för att uppnå en god arbetsmiljö. Det systematiska arbetsmiljöarbetet är ett kontinuerligt arbete som ska ske i varje arbetsgrupp och som ska vara en naturlig del i det dagliga arbetet.

Uppgiftsfördelningen på Örebro universitet följer linjeorganisationen och utgår från rektor och vidare i organisationen. Uppgiftsfördelningen är skriftlig och undertecknas av den som fördelar och den som tar emot fördelningen. Dokumentet diarieförs. Fördelning av arbetsuppgifter inom arbetsmiljöområdet hanteras i den interna skrivelsen "Uppgiftsfördelning i det systematiska arbetsmiljöarbetet". Där går fördelningen av arbetsmiljöuppgifterna skriftlig från rektor till dekan, samt från dekan till prefekt på institutionen för naturvetenskap och teknik. Uppgiftsfördelningarna är underskrivna år 2019 och gäller tills vidare.

1.6 Påfyllnad av kvävgaskärl med flytande kväve

Vid behov av påfyllnad av kvävgaskärlet med flytande kväve så kontaktas Linde Gas. Kvävgaskärlet ställs i varumottagningsrummet i Prismahuset där det senare hämtas av budfirman Börjes Transport. Budfirman förankrar kvävgaskärlet med spännband i lastutrymmet eller i korg (se bilder i bilaga 6 som visar hur en sådan förankring ser ut. Kärlet på bilden är inte ett kvävgaskärl av typen Taylor-Wharton LD 35) och kör kvävgaskärlet till Linde gas försäljningsställe i Örebro, Svetshuset Örebro AB, där det fylls på med flytande kvävgas. Efter påfyllnad kör budfirman tillbaka kvävgaskärlet till Örebro universitet och ställer det på samma ställe där det hämtades, dvs i varumottagningsrummet i Prismahuset. Kvävgaskärlet står på en vagn vid transport till/från varumottagningsrummet.

2. Metod

Internutredningsgruppen består av en laboratorieskyddsingenjör (samordnare inom laboratoriesäkerhet), en säkerhetschef, ett huvudskyddsombud samt ett lokalt skyddsombud på institutionen för naturvetenskap och teknik. Laboratorieskyddsingenjören ledde internutredningen. Genom internutredningens gång har personer med andra befattningar involverats i utredningen bland annat; en enhetschef, en universitetslektor, samt en avdelningschef. Arbetsgången delades in i tre delar;

Datainsamling: Datainsamlingen har skett genom intervjuer, insamling av skriftliga rutiner, fotografering, filmning av labbet och av en teknisk undersökning av kvävgaskärl och avtappningsutrustning. Intervjuerna genomfördes med personer som kunde ge relevant information om händelseförloppet och omständigheterna vid incidenten, det arbete som utfördes och den utrustning som användes. Majoriteten ur labbpersonalen har intervjuats, personer som kom i kontakt med kvävgaskärlet efter incidenten har intervjuats, likaså experter som har arbetat länge med flytande kväve samt logistikchefen för Linde Gas.

Dataanalys: I utredningen har händelseanalys med MTO-perspektiv, samband mellan Människa, Teknik och Organisation, använts. Metoden beaktar olika samverkande orsaker till olyckan, av mänskliga, tekniska och organisatorisk art. I analysen ingår att identifiera barriärer i form av exempelvis skydd, instruktioner eller kunskaper som brustit eller saknats.

Åtgärder/rekommendationer: Utifrån identifierade bakomliggande orsaker har ett antal rekommendationer tagits fram för att förhindra att liknande händelser kan inträffa igen.



3. Resultat

Händelseanalysen inleds med en systematisk genomgång och beskrivning av händelseförloppet. Detta följs av en beskrivning av identifierade avvikelser, orsaker och bakomliggande orsaker samt eventuella barriärer. Resultatet från händelseanalysen finns beskrivet i en händelsekedja med hörande delhändelser, H1,H2,H3 osv, se bilaga 1. Beskrivningen av händelseförloppet baseras på intervjuer.

3.1 Beskrivning av händelseförloppet

För ca 20 år sedan införskaffar forskningsledaren kvävgaskärlet samt avtappningsutrustningen hos en svensk återförsäljare av Taylor Wharton kvävgaskärl. Syftet med inköpet är att använda flytande kväve till forskningen inom molekylär biokemi. Vid inköpet fås manualer samt bruksanvisningar till utrustningen. Under årens gång byter verksamheten lokal vid ett flertal tillfällen.

Ungefär åtta månader innan incidenten med kvävgaskärlet inträffar, så försvinner klämman som håller fast avtappningsanordningen på kvävgaskärlet. Universitetslektorn kontakter en ingenjör som i sin tur tar kontakt med företaget Cole-Parmer. Cole-Parmer säljer original reservdelar till kvävgaskärlet. Efter inköpet av en ny klämma så används både kvävgaskärlet samt avtappningsanordningen.

Ungefär 2 månader innan incidenten med kvävgaskärlet så upptäcker en doktorand att det läcker kvävgas ur den primära avlastningsventilen, på avtappningsutrustningen. Man kunde både höra och känna pyset från kvävgasen ur avlastningsventilen. Doktoranden kontakter den biträdande lektorn samma dag som läckaget upptäcks. Den biträdande lektorn kontakter i sin tur båden universitetslektorn samt en ingenjör. Efter läckaget så är det inte så mycket flytande kväve kvar i kvävgaskärlet.

Åtta dagar efter att labbpersonalen upptäcker läckaget från avtappningsanordningen så byter två ingenjörer gängtejp på två av kvävgaskärlets avlastningsventiler. Efter bytet av gängtejp så används inte avtappningsutrustningen.

Fyra dagar innan avtappningsanordningen monteras på kvävgaskärlet så beställer doktoranden påfyllnad av kvävgaskärlet med 35 L flytande kväve av Linde gas. Kvävgaskärlet ställs i varumottagningsrummet i Prismahuset där det senare hämtas av budfirman Börjes Transport. Budfirman kör kvävgaskärlet till Linde gas försäljningsställe i Örebro, Svetshuset Örebro AB, där det fylls på med flytande kvävgas. Efter påfyllnad kör budfirman tillbaka kvävgaskärlet till Örebro universitet och ställer det på samma ställe där det hämtades, dvs i varumottagningsrummet i Prismahuset. Kvävgaskärlet står på en vagn vid transport till/från varumottagningsrummet.

Den 3:e maj ca kl. 16:00 så skruvar universitetslektorn på avtappningsanordningen på kvävgaskärlet. Med sig har hon en av studenterna. Tanken är att kvävgaskärlet ska användas dagen därpå, det tar tid innan systemet trycksätts och innan man får ut flytande kväve ur avtappningsanordningen. Labbpersonalen som är på plats i laboratoriet märker inget konstigt med kvävgaskärlet eller med avtappningsanordningen. Den biträdande lektorn är den sista ur labbpersonalen som går hem för dagen. Klockan 18:25 drar den biträdande lektorn passerkortet en sista gång in till laboratoriet innan den biträdande lektorn släcker lamporna och går hem för dagen. Inget avvikande märks med kvävgaskärlet eller avtappningsanordningen.

Någon gång efter kl.18:25 den 3:e maj och innan kl. 07:17 den 4:e maj 2021 så byggs det upp ett kraftigt övertryck i kvävgaskärlet som får kärlet att deformeras och förflyttas. Kvävgaskärlets botten som tidigare var platt är konvex till utseendet. Då labbpersonalen gick för dagen stod kvävgaskärlet i en upprätt position på en rullvagn bredvid kylskåpet i laboratoriet. Efter incidenten så ligger kvävgaskärlet på sidan under handfatet, tryckt intill väggen i närheten av ingången till laboratoriet, se bilaga 4. Rullvagnen som kvävgaskärlet tidigare stod på, ligger i flera bitar på golvet. På golvet i närheten av där kvävgaskärlet stod ligger det innertaxiplattor som har ramlat ned. Det ligger även aluminiumbitar över en större del av golvet i laboratoriet. Det ser allmänt stökigt ut. En större del av



innertaksplattorna som inte har ramlat ned, är ur position. Det ligger även en skena på golvet som håller innertaksplattorna på plats. Kylskåpet som kvävgaskärlet var placerad vid har en fördjupning ca 30 cm från golvet som tros ha uppkommit efter ett kraftigt slag av kvävgaskärlets ena handtag, då kvävgaskärlet välte. I handfatet precis innanför dörren ligger en del av kvävgaskärlets säkerhetsventil, en plastbit. Resten av kvävgaskärlets säkerhetsventil, en cylinderformad metallbit, ligger framför kemikalieskåpet. Se bilaga 4.

På morgonen den 4:e maj utför lokalvårdaren sin vanliga städrunda då lokalvårdaren upptäcker att något inte står rätt till i det aktuella rummet. Lokalvårdaren tittar in genom fönstret, drar sitt passerkort kl. 07:17, öppnar dörren på glänt och tittar in genom dörrspringan. Det ser trasigt och skräpigt ut inne i rummet och lokalvårdaren vill inte gå in i laboratoriet. Lokalvårdaren stänger dörren och bestämmer sig för att leta reda på någon som vet vem man kan kontakta. Lokalvårdaren hittar en institutionstekniker som har ett kontor i närheten av det aktuella labbet.

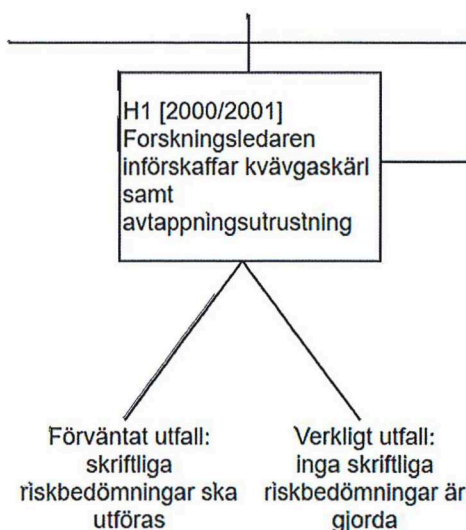
Institutionsteknikern följer med lokalvårdaren till labbet och tittar in genom fönstret i dörren, för att se hur det ser ut i rummet. Lokalvårdaren och institutionsteknikern försöker tillsammans att hitta någon de kan ringa och rapportera händelsen till. Informationen ska gå att hitta på lappar som är tejpade på dörrarna, men i detta fall var det svårt att hitta kontaktuppgifter på dörrarna. Institutionsteknikern ringer till Akademiska hus jour men får inte tag på någon där. Samtalet kopplas automatiskt vidare till Securitas. Securitas ringer tillbaka och frågar vem de i sin tur ska kontakta. Institutionsteknikern kontaktar en universitetslektor men får inget svar.

3.2 Orsaker, bakomliggande orsaker, barriärer samt avvikelser

H1

Direkta orsaker:

I samband med att forskningsledaren införskaffar ett kvävgaskärl samt en avtappningsutrustning så utförs inga riskbedömningar som tar upp var utrustningen bör placeras, hur lång livslängd utrustningen beräknas ha, hur ofta utrustningen bör underhållas eller hur ofta kontroller samt fortlöpande tillsyn bör ske, vem som ska utföra kontrollerna, om utrustningen har anpassats så att den kan användas med betryggande säkerhet osv. Riskbedömningarna ingår inte som en naturlig del i den dagliga verksamheten och inga riskbedömningar görs inför något nytt påbörjat arbetsmoment med flytande kväve. Enligt en beskrivning av det systematiska arbetsmiljöarbetet på Örebro universitet så står det att "riskbedömning ska göras vid förändringar i verksamheten och utgå från den planerade ändringen och de eventuella risker för ohälsa och olycksfall som ändringen kan medföra. Riskbedömning ska göras innan förändringen genomförs och avse tiden efter genomförd förändring". Den interna skrivelsen följs inte.



Figur 1. Figuren visar delhändelsen H1 med avvikelser.

Bakomliggande orsaker:

Bakomliggande orsaker till att det inte utförs riskbedömningar kan vara att man inte förstår hur viktigt det är att dessa utförs men även för att det saknas rutiner för riskbedömningar samt att det saknas rutiner för hur det systematiska arbetsmiljöarbetet ska gå till.

Bakomliggande orsaker på organisatorisk nivå:

Efterlevnaden av föreskriften om systematiskt arbetsmiljöarbete är bristfällig. Uppgiftsfördelningen av det systematiska arbetsmiljöarbetet går inte ned till chef/forskningsledare utan den stannar vid prefekten på institutionen för naturvetenskap och teknik (se 1.5 beskrivning av ansvarsfördelningen på Örebro universitet). Det finns även en otydlighet i organisationen vilket resulterar i dåliga förutsättningar för att efterleva föreskriften om systematiskt arbetsmiljöarbete.

B1

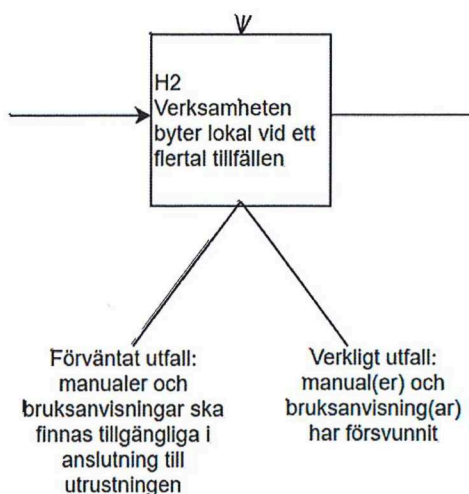
Eftersom det inte utförs några riskbedömningar så utför man heller inga åtgärder som är kopplade till riskbedömningarna för att förebygga ohälsa och olycksfall. Interna skrivelser följs inte och en barriär som kunde ha stoppat händelseförloppet eller som kunde förebyggt att oönskade konsekvenser har inträffat, har brustit.

B2

Ingen ny riskbedömning görs i samband med rumsbytena av verksamheten vilket också anses vara en brusten barriär.

H2

Laboratorieverksamheten byter lokal vid ett flertal tillfällen efter kvävgaskärl samt avtappningsutrustningen har införskaffats. I samband med detta så försvinner manualer samt bruksanvisningar.



Figur 2. Figuren visar delhändelsen H2 med avvikelser.

Bakomliggande orsaker:

Bakomliggande orsaker till varför manualer samt bruksanvisningar försvinner är att det inte finns rutiner för hur manualer samt bruksanvisningar ska förvaras, att det inte finns skriftliga hanterings- samt skyddsinstruktioner samt att labbpersonalen inte har fått någon handhavandebildning.

Bakomliggande orsaker på organisatorisk nivå:

Den bakomliggande orsaken på organisatorisk nivå är att efterlevnaden av arbetsmiljöverkets föreskrifter är bristfällig.

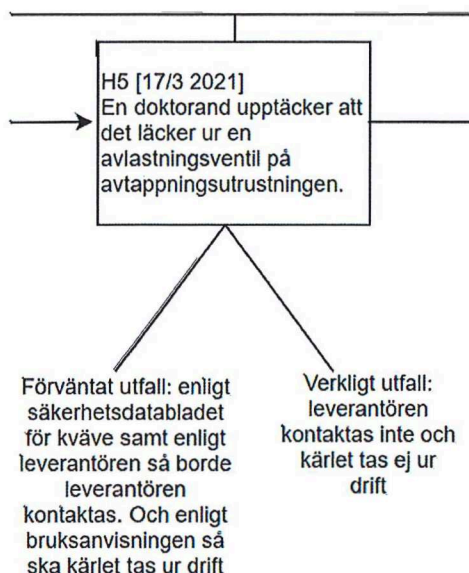
B3

Inga kontroller eller fortlöpande tillsyn utförs efter det att kvävgaskärlet samt avtappningsanordningen införskaffas. Kontroller samt fortlöpande tillsyn är viktiga för att se till så att anordningarna fungerar tillfredsställande, att inga otätheter har uppkommit, att anordningarna inte har utsatts för skadlig yttre eller inre påverkan och att det inte finns andra fel eller avvikelser. Detta för att förhindra ohälsa samt olycksfall i arbetet. Om det hade utförts kontroller samt fortlöpande tillsyn av utrustningarna så hade kanske utrustningarnas tillstånd uppmärksammats innan det började att läcka gas från avtappningsanordningen. Enligt en beskrivning av det systematiska arbetsmiljöarbetet på Örebro universitet så står det att teknisk utrustning ska underhållas, kontrolleras samt besiktas regelbundet. Barriären har i detta fall brutit.

H5

Direkta orsaker:

Då labbpersonalen upptäcker att det läcker från den primära säkerhetsventilen på avtappningsanordningen så kontaktar de en ingenjör och ber ingenjören åtgärda läckaget. Enligt säkerhetsdatabladet för kväve samt enligt leverantören så borde leverantören kontaktas och enligt bruksanvisningen så ska kärlet tas ur drift. Men leverantören kontaktades inte och kärlet togs inte ur drift. Enligt bruksanvisningar så är läckaget är ett tecken på att det är ett övertryck i kärlet. I bruksanvisningarna står det även att vacuumförmågan försämras då kvävgaskärlet åldras. En bidragande orsak är att labbpersonalen inte har läst säkerhetsdatabladet för flytande kväve.



Figur 3. Figuren visar delhändelsen H5 med avvikelser.

Bakomliggande orsaker:

Bakomliggande orsaker för att labbpersonalen inte har läst säkerhetsdatabladet för flytande kväve är att det saknas en förståelse för hur viktigt det är att läsa informationen som ges i dokumentet. Det beror även på att det finns en avsaknad av rutiner för hur manualer och bruksanvisningar samt säkerhetsdatablad ska sparas. Dock har Örebro universitet en digital kemikaliedatabas KLARA som innehåller säkerhetsdatablad för kemikalier som är inköpta eller som hanteras på universitetet. Labbpersonalen arbetar inte i KLARA och inte känner till att säkerhetsdatabladet för flytande kväve finns i den digitala kemikaliedatabasen. KLARA används primärt för inventering av kemikalier. Vidare så finns det inte rutiner för utbildning av personal. Det finns heller inte dokumenterat vad som bör ingå i en sådan utbildning och hur ofta utbildningen bör ges. Skriftliga instruktioner saknas.

Bakomliggande orsaker på organisatorisk nivå:

Arbetsgivaren inte har sett till så att arbetstagarens kunskaper om arbetet och om riskerna är tillräckliga för att ohälsa och olycksfall ska förebyggas.

B4

Ingenjörerna kontaktar inte leverantören efter att de har blivit upplysta om att det läcker från den primära avlastningsventilen på avtappningsanordningen. Den direkta orsaken till detta är för att ingenjörerna inte har haft tillgång till manualer, bruksanvisningar och säkerhetsdatablad. Om ingenjörerna hade haft tillgång till och läst dokumentationen så hade leverantören troligen kontaktats. Den bakomliggande orsaken till detta är för att det saknas rutiner för hur manualer och bruksanvisningar samt säkerhetsdatablad ska sparas. Den bakomliggande orsaken på organisatorisk nivå anses vara att arbetsgivaren inte har sett till så att arbetstagarnas kunskaper om arbetet och om riskerna är tillräckliga för att ohälsa och olycksfall ska förebyggas. Barriären saknas.

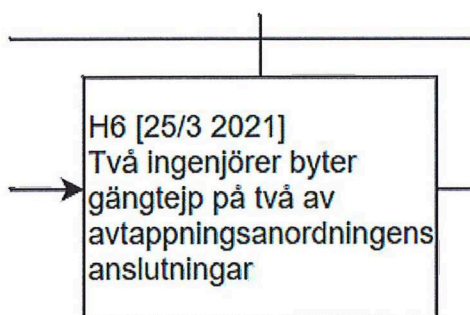
B5

Ingen kontroll gjordes för att se om kvävgaskärlet var tomt innan bytet av gängtejp. Barriären saknas.

H6

Direkta orsaker:

Ingenjörerna försöker att fixa läckaget genom att byta gängtejp på två av avtappningsanordningens anslutningar och därmed täta avtappningsanordningen. Ingenjörerna utför ingen egen läcksökning utan utgår ifrån informationen från universitetslektorn om var det läcker någonstans. Ingenjörerna borde ha kontaktat leverantören.



Figur 4. Figuren visar delhändelsen H6.

Bakomliggande orsaker:

De bakomliggande orsakerna anses vara att ingenjörerna har inte fått någon utbildning och känner inte till de risker som arbetet med kvävgas kan medföra. De har inte blivit informerade om vad de får och vad de inte får göra gällande kontroll och reparationer av trycksatta anordningar och de är inte insatta i föreskrifterna som gäller för deras arbetsområde.

Bakomliggande orsaker på organisatorisk nivå:

De bakomliggande orsakerna på organisatorisk nivå förklaras med att; arbetsgivaren inte har sett till så att arbetstagarnas kunskaper om arbetet och riskerna i arbetet är tillräckliga för att förhindra ohälsa och olycksfall. Arbetsgivaren har heller inte sett till så att arbetstagarna känner till vilka arbetsuppgifter de ska utföra. Arbetsgivaren har brustit i att fullfölja de skyldigheter de har gentemot arbetstagarna enligt arbetsmiljöverkets föreskrifter.

B6

Efter bytet av gängtejp så utför ingenjörerna ingen kontroll på avtappningsanordningen för att se så att den fungerar utifrån leverantörens specifikationer. Varken ingenjörerna eller labbpersonalen utför kontroll av avtappningsanordningen för att se så att läckaget är åtgärdat. Den direkta orsaken till att kontroller efter reparation inte utförs är för att det inte finns sådana rutiner i verksamheten. Den bakomliggande orsaken som förklarar detta är att arbetsgivaren har inte sett till så att arbetstagarnas kunskaper om arbetet och riskerna i arbetet är tillräckliga för att förhindra ohälsa och olycksfall, samt att arbetsgivaren har brustit att fullfölja de skyldigheter de har gentemot arbetstagarna enligt arbetsmiljöverkets föreskrifter. Barriären är brusten.

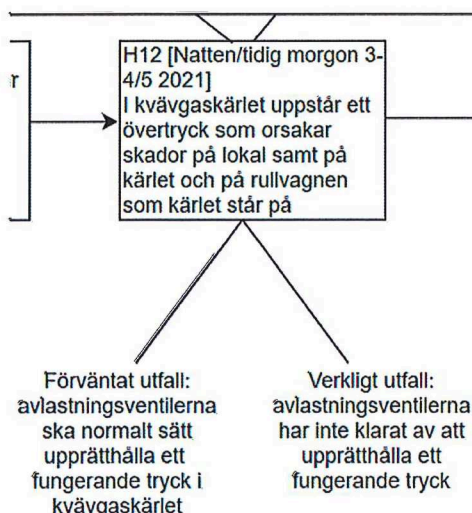
B7

Ingen fortlöpande tillsyn görs på avtappningsanordningen efter inköpet av denne för att se så att säkerhetsventilerna fungerar som de ska och att det inte har bildats frost på insidan av säkerhetsventilerna, vilket skulle kunna orsaka ett övertryck i kvävgaskärlet. Barriären saknas.

H12

Direkta orsaker:

Vid tidpunkten för incidenten uppstår ett övertryck i kvävgaskärlet som orsakar skador på lokal samt på kärlet och på rullvagnen som kärlet står på. Avlastningsventilerna på avtappningsanordningen ska normalt sätt upprätthålla ett fungerande tryck i kvävgaskärlet men i detta fall så har inte avlastningsventilerna klarat av upprätthålla ett fungerande tryck. Från den tekniska analysen av kvävgaskärlet samt av avtappningsanordningen så kan det inte fastställas en orsak till varför incidenten inträffade men det konstaterades att kvävgaskärlet är gammalt och att kärlet livslängd är överskriden, samt att flytande kväve har läckt in i utrymmet för vacuum och orsakat ett övertryck i kvävgaskärlet som har fått ventilen på kvävgaskärlet att lossna.



Figur 5. Figuren visar delhändelsen H12 med avvikelser.

Bakomliggande orsaker:

Under åren som kvävgaskärlet samt avtappningsanordningen har använts så har det inte utförts några kontroller eller någon fortlöpande tillsyn och det saknas rutiner för kontroller samt för fortlöpande tillsyn av trycksatt utrusning. Vidare så har inga skriftliga riskbedömningar utförts under alla år som kvävgaskärlet samt avtappningsanordningen har använts. Det saknas också rutiner för riskbedömningar. Från den tekniska analysen av kvävgaskärlet så påvisas yttre skador på kärlet samt inre skador på kvävgaskärlets hals. En möjlig bakomliggande orsak kan vara att kvävgaskärlet har tappats eller hanterats på ett sådant sätt som har orsakat skadorna på kvävgaskärlet.

Bakomliggande orsaker på organisatorisk nivå:

Interna skrivelser om systematiskt arbetsmiljöarbete följs inte och det systematiska arbetsmiljöarbetet ingår inte som en naturlig del i den dagliga verksamheten.

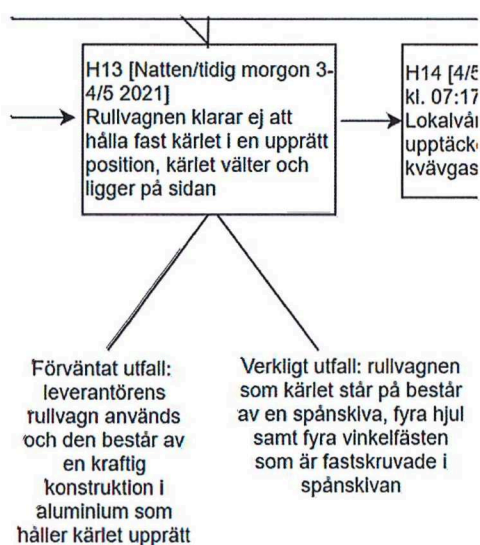
B8

Under den tid som kvävgaskärlet har varit i drift och har använts till forskningen så har ingen skriftlig riskbedömning gjorts för att säkerställa att lämplig val av rullvagn har valts. Barriären saknas.

H13

Direkta orsaker:

Rullvagnen som kvävgaskärlet står på klarar inte att hålla fast kärlet i en upprätt position, kärlet välter och ligger på sidan intryckt i ett hörn under handfatet. Rullvagnen som kvävgaskärlet står på består av en spånskiva, fyra hjul samt fyra vinkelfästen som är fastskruvade i spånskivan. Leverantörens rullvagn, som består av en kraftig konstruktion i aluminium, införskaffas inte. Orsakerna kan bero på ekonomiska skäl, (fördelning samt prioritering av resurser) och att man saknar förståelse för hur utrustningen hanteras på ett säkert sätt.

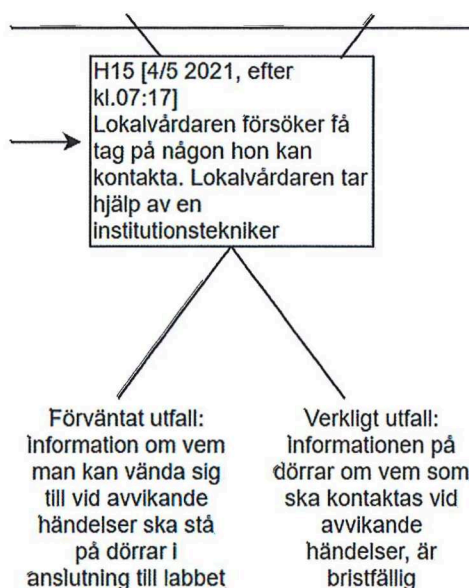


Figur 6. Figuren visar delhändelsen H13 med avvikelser.

H15

Direkta orsaker:

Då lokalvårdaren upptäcker att det har hänt något avvikande i laboratoriet försöker lokalvårdaren få tag på kontaktuppgifter till personer/funktioner som ska kontaktas. Lokalvårdaren tar hjälp av en institutionstekniker som har sitt kontor i närheten av laboratoriet. Information om vem man ska vända sig till vid alvarliga eller avvikande händelser ska stå på dörrar i anslutning till labbet men i detta fall så är det svårt att hitta rätt information. Personal från Akademiska hus har under en längre period påtalat att informationen om vem man ska kontakta vid avvikande händelser, är bristfällig. Personalen har dock inte fått gehör för frågan. Andra orsaker är att lokalvårdaren inte har fått information om relevanta risker och inte har fått några instruktioner eller någon utbildning.



Figur 7. Figuren visar delhändelsen H15 med avvikelser.

Bakomliggande orsaker:

De bakomliggande orsakerna är att frågan om kontaktuppgifter på dörrarna inte har prioriterats samt att det finns en avsaknad av förståelse för hur viktigt det är med lättillgängliga kontaktuppgifter vid olycksfall och andra avvikande händelser. Andra bakomliggande orsaker är att lokalvårdaren inte har fått någon information om de skyltar och den märkning som används på arbetsplatsen och som har betydelse för hälsa och säkerhet samt att dörrarna in till labbet saknar varningsskyltar. Det saknas även en beredskapsplan för olyckor och nödsituationer.

Bakomliggande orsaker på organisatorisk nivå:

Den bakomliggande orsaken på organisatorisk nivå tordes vara att efterlevnaden av arbetsmiljöverkets föreskrifter är bristfällig.

3.3 Teknisk analys av kvävgaskärlet samt av avtappningsanordningen

Kvävgaskärlet samt avtappningsanordningen skickades på analys den 28 maj 2021 till Worthington Cylinders GMBH i Österrike. Den 2:a juli 2021 mottogs resultatet från den tekniska analysen. Enligt analysen så har kvävgaskärlets hals spruckit på insidan av kärlet. Det finns även synliga bucklor och repor på kvävgaskärlets utsida. Anledningen till att säkerhetsventilen, som sitter på kvävgaskärlet, har gått är för att det har läckt flytande kväve i utrymmet för vacuumet i kvävgaskärlet.

Säkerhetsventilerna på avtappningsutrustningen öppnar inte vid ett rekommenderat tryck på 0,48 bar. De öppnar först vid ett tryck på 1,3 bar. Dock har inte detta orsakat tryckökningen i kvävgaskärlet under incidenten. Orsaken till händelsen kan inte fastställas. Dock ges följande teorier till vad som kan ha orsakat övertrycket i kvävgaskärlet;



- kvävgaskärlet är gammalt, det har överskridit sin förväntade livslängd. Skadorna som uppstod i kärlet och som ledde till att det bildades ett övertryck i kärlet kan förklaras av åldersrelaterade orsaker.
- Bucklorna och reporna som observerades på kvävgaskärlets utsida kan vara ett resultat ifrån att kvävgaskärlet har tappat eller hanterats på ett felaktigt sätt. Detta skulle i sin tur kunna orsaka skadorna i kvävgaskärlet.

Innan kvävgaskärlet skickades på analys så skulle det tvättas ur och rengöras. Under städningen av kvävgaskärlet hittades en större mängd aluminiumfolie och något som såg ut som pappersbitar. Enligt Rolf Morselt som är försäljningschef på Worthington Industries så består kvävgaskärlets inre vägg av aluminiumpapper och aluminiumfolie, för att uppnå ett optimalt vacuum inne i kvävgaskärlet. Även små svarta vassa stenar med en diameter på (0-0,5) mm hittades i kvävgaskärlet. Stenarna skulle kunna vara delar av kvävgaskärlets hals som har spruckit.

4. Konsekvensanalys

Det värsta tänkbara scenariot skulle vara om det var personal i laboratoriet då incidenten med kvävgaskärlet inträffade. Övertrycket fick kvävgaskärlet att välta, stöten resulterade i en fördjupning på kylskåpet och kvävgaskärlet kastades mot lokalens ena vägg samtidigt som takplattor förflyttades eller ramlade ned. En jetstråle av gas strömmade troligen ur kvävgaskärlet. Dock var trycket inte så stort så att det orsakade att fönster eller andra föremål av glas gick sönder.

Skador av luftstöt vågor på människor kan indelas i direkta (hörselskada, lungskada och död) eller primära och indirekta. De indirekta skadorna kan i sin tur delas upp i sekundära (föremål kastas av explosionen mot människor) och tertiära (människor kastas iväg av explosionen). Till detta kommer skador av kollapsande byggnader⁴.

Sannolikheten för personskada är hög om någon hade stått i närheten av kvävgaskärlet. Dels hade man kunnat få det flygande kvävgaskärlet på sig dels hade man kunnat få ögonskador samt hudskador av både flytande kväve samt av kvävgas. Hade man haft otur så hade man kunnat bli träffad av kvävgaskärlets säkerhetsventil, som vid tillfället för incidenten sköt ut som en projektil i rummet. Andra möjliga personskador är trumhinnerupturer och skador på mellanörat som kan leda till permanent hörselskada.

En uppskattning av syrets koncentration i rummet efter explosionen visar att syrgaskoncentrationen beräknades vara 18,5% efter incidenten. I rummet förvaras även ett öppet 50 liters kvävgaskärl. Om det antas att båda kvävgaskärlen är fyllda med kvävgas så skulle motsvarande syrgaskoncentration ligga på 18,3% efter incidenten. I beräkningen har det antagits att det inte går något luftflöde ut ur rummet (worst case scenario). Syrgaskoncentrationen ger inte upphov till allvarliga personskador dock ska andningsapparat användas om syrgaskoncentrationen understiger 18 volymprocent enligt arbetsmiljöverket. Man bör därmed fundera på om syrgasalarm ska installeras och om kvävgaskärlen ska förvaras i samma rum som labbpersonalen vistas och arbetar i.

⁴ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, metoder för bedömning av risker, Forsvarets forskningsanstalt.

5. Åtgärder/rekommendationer

För att förhindra att incidenter som detta upprepas så bör man titta övergripande på hela universitetets verksamhet för att se om kravet på kontroller och fortlöpande tillsyn av trycksatta anordningar är uppfyllt. Rutiner för kontroller och fortlöpande tillsyn för trycksatta kärl borde utarbetas i de fall där de saknas. Likaså rutiner för hur manualer, bruksanvisningar och säkerhetsdatablad ska sparas. Riskbedömningar borde ingå som en naturlig del i den dagliga verksamheten. Skriftliga instruktioner bör också utarbetas samt skriftliga rutiner för utbildning av personal.

Under internutredningens gång så har en del brister i efterlevnaden av arbetsmiljöverkets föreskrifter uppmärksamats. Även dessa borde läggas till handlingsplanen i framtiden och åtgärdas.

En arbetsgrupp har bildats för att inventera arbetsutrustningarna som finns i verksamheten inom området för kemi och biologi på institutionen för naturvetenskap och teknik. Arbetsgruppen ska samla in manualer, undersöka vilka utrustningar som är i behov av underhåll och ta fram rutiner för kontroll samt fortlöpande tillsyn på utrustningarna. Det första mötet inträffar efter semesterperioden 2021.

6. Diskussion

Efter incidenten så kan flera viktiga slutsatser dras. En av dessa är hur viktigt det är att göra riskbedömningar vid inköp av utrustningar som tar upp var utrustningen bör placeras, hur lång livslängd utrustningen beräknas ha, hur ofta utrustningen bör underhållas, hur ofta kontroller samt fortlöpande tillsyn bör ske, vem som ska utföra kontrollerna, om utrustningen har anpassats så att den kan användas med betryggande säkerhet osv. Orsaken till incidenten kunde inte fastslås i den tekniska analysen men en teori är skadorna som uppstod i kärlet och som ledde till att det bildades ett övertryck i kärlet kan förklaras av åldersrelaterade orsaker. Kvävgaskärlet har överskridit sin förväntade livslängd. Om en riskbedömning hade gjorts så hade kärlet med stor sannolikhet tagits ur drift och då hade inte incidenten ägt rum från första början. Om det fanns en rutin för kontroller så skulle det kanske upptäckas att kärlets hals har spruckit invändigt och att kvävgaskärlet har bucklor och repor på utsidan, som enligt den tekniska analysen är ett tecken på att kärlet kan ha tappats.

Det är också viktigt att personalen har tillgång till manualer, bruksanvisningar, säkerhetsdatablad samt skriftliga instruktioner och att det finns rutiner för hur dessa ska sparas. Sedan är det också viktigt att personalen läser manualerna, bruksanvisningarna och säkerhetsdatabladen. Om personalen hade haft tillgång till dokumentationen och läst den så skulle leverantören med stor sannolikhet ha kontaktats, då labbpersonalen upptäckte att det läckte från den primära avlastningsventilen på avtappningsanordningen. Kvävgaskärlet skulle också med stor sannolikhet tagits ur drift.

Om ingenjörerna hade fått utbildning av leverantören av kvävgaskärlet så hade kanske avlastningsventilerna på avtappningsutrustningen öppnat vid leverantörens specifikation på 0,48 bar istället för 1,3 bar. Enligt den tekniska analysen så var detta inte en orsak till incidenten med kvävgaskärlet men det hjälpte nog inte att ventilerna inte öppnar upp som de ska. Avlastningsventilerna ska normalt reglera trycket i kvävgaskärlet och säkerställa att det inte bildas ett övertryck från första början.

Det är flera återkommande teman som dyker upp under internutredningens gång. En av dessa är att efterlevnaden av arbetsmiljöverkets föreskrifter samt Örebro universitets egna skrivelser om systematiskt arbetsmiljöarbete är bristfällig. Ingen dokumentation kunde samlas in under datainsamlingsfasen eftersom det inte finns någon sådan. Det enda skriftliga som finns går att hitta i laboratoriesäkerhetshandboken som nyligen är publicerad på Örebro universitets hemsida. Det andra är att vissa delar samt tillbehör köpes in av leverantören medan andra saker produceras lokalt på Örebro universitet. Till exempel så väljer man att införskaffa klämman som håller fast

avtappningsutrustningen av leverantören, medan man snickrar ihop en egen rullvagn som består av en spånskiva, fyra hjul samt fyra vinkelfästen som är fastskruvade i spånskivan och som ska hålla fast ett kvävgaskärl som väger ca 44 kg då det är fullt under förflyttningar mellan rum och i rummet. Ingen riskbedömning görs samband med snickeriet.

Det som också framkom i samband med incidenten är att lokalvårdaren hade stora problem med att hitta information om vem som skulle kontaktas efter incidenten. Under intervjuerna framkom det också att labbpersonalen inte vet var de ska vända sig eller vem de ska kontakta om något allvarligt eller avvikande inträffar. Personal från Akademiska hus har under en längre period påtalat att informationen om vem man ska kontakta vid allvarliga eller avvikande händelser, är bristfällig. Personalen har dock inte fått gehör för frågan.

7. Referenser

1. Intervjuer med personer som kunde ge relevant information om händelseförloppet och omständigheterna vid incidenten, det arbete som utfördes och den utrustning som användes.
2. Ritningar av aktuellt laboratorium
3. Örebro universitets interna skrivelser om systematiskt arbetsmiljöarbete.
4. Säkerhetsdatablad nitrogen komprimerad, Linde Gas.
5. Säkerhetsföreskrifter. Hantering av flytande nitrogen, Linde Gas.
6. Information om inerta gaser, Linde Gas.
7. Broschyr; Allmänna risker och faror med inerta gaser, European Industrial Gases Association.
8. Bruksanvisning: TW43, liquid withdrawal device, Taylor Wharton.
9. Bruksanvisning: LD series, liquid nitrogen dewars, Worthington industries.
10. Bruksanvisning: Cryoscience by Taylor Wharton, LD series.
11. Bruksanvisning: handle with care booklet, Worthington industries.
12. Bok: olycksundersökning, Stefan Särdaqvist, NCO 2005:3.
13. Bok: riktlinjer för olycksutredning, del av det systematiska säkerhetsoch kvalitetsarbetet, MSB.
14. Bok: så förbättras verksamhetens arbetsmiljö, vägledning till Arbetsmiljöverkets föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete, AFS 2001:1.
15. Bok: guide to safety analysis for accident prevention, Lars Harms-Ringdahl.
16. Bok: att utreda olycksfall, teori och praktik, Carl Rollenhagen.
17. Bok: Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, metoder för bedömning av risker, försvarets forskningsanstalt.
18. Bok: MTO- tillämpning inom Svensk kärnkraftsindustri, Olle Andersson.
19. Laboratoriesäkerhetshandboken, Örebro Universitet.
20. Rapport-djupstudie, arbetsmiljöverket.
21. Broschyr: utred och dra lärdom av olyckor och nästan-olyckor, arbetsmiljöverket
22. Broschyr: Varför hände det? Hur du systematiskt utreder tillbud och olycksfall.

23. Arbetsmiljöverkets föreskrifter:

AFS 2017:3 Användning och kontroll av trycksatta utrustningar

AFS 1997:7 Gaser

AFS 2006:8 Provning med över eller undertryck

AFS 2006:4 Användning av arbetsutrustning

AFS 2014:43 Kemiska arbetsmiljörisker

AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete

AFS 2008:13 Skyltar och signaler

AFS 2015:4 Organisatorisk och social arbetsmiljö

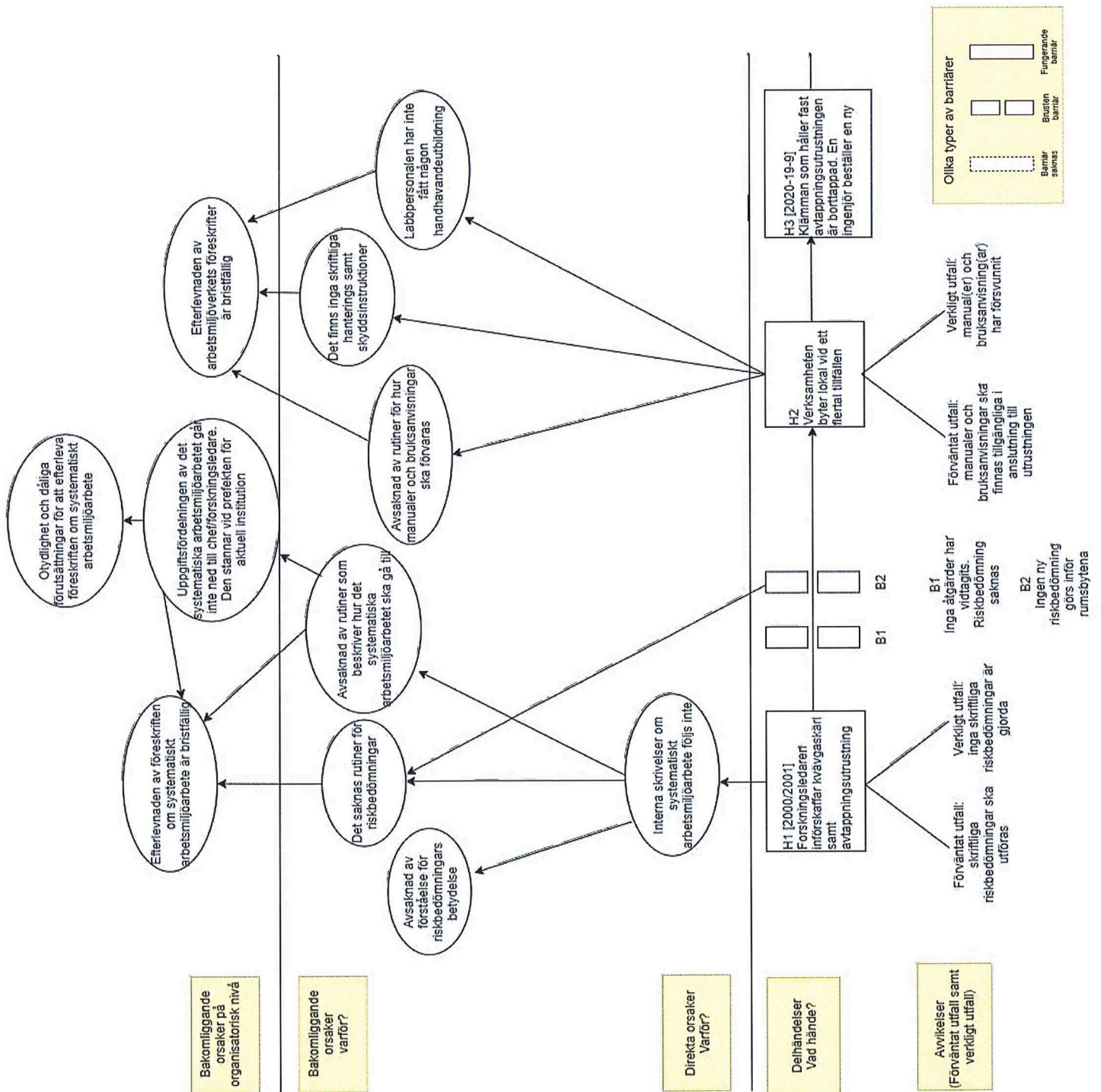
24. Arbetsmiljölagen

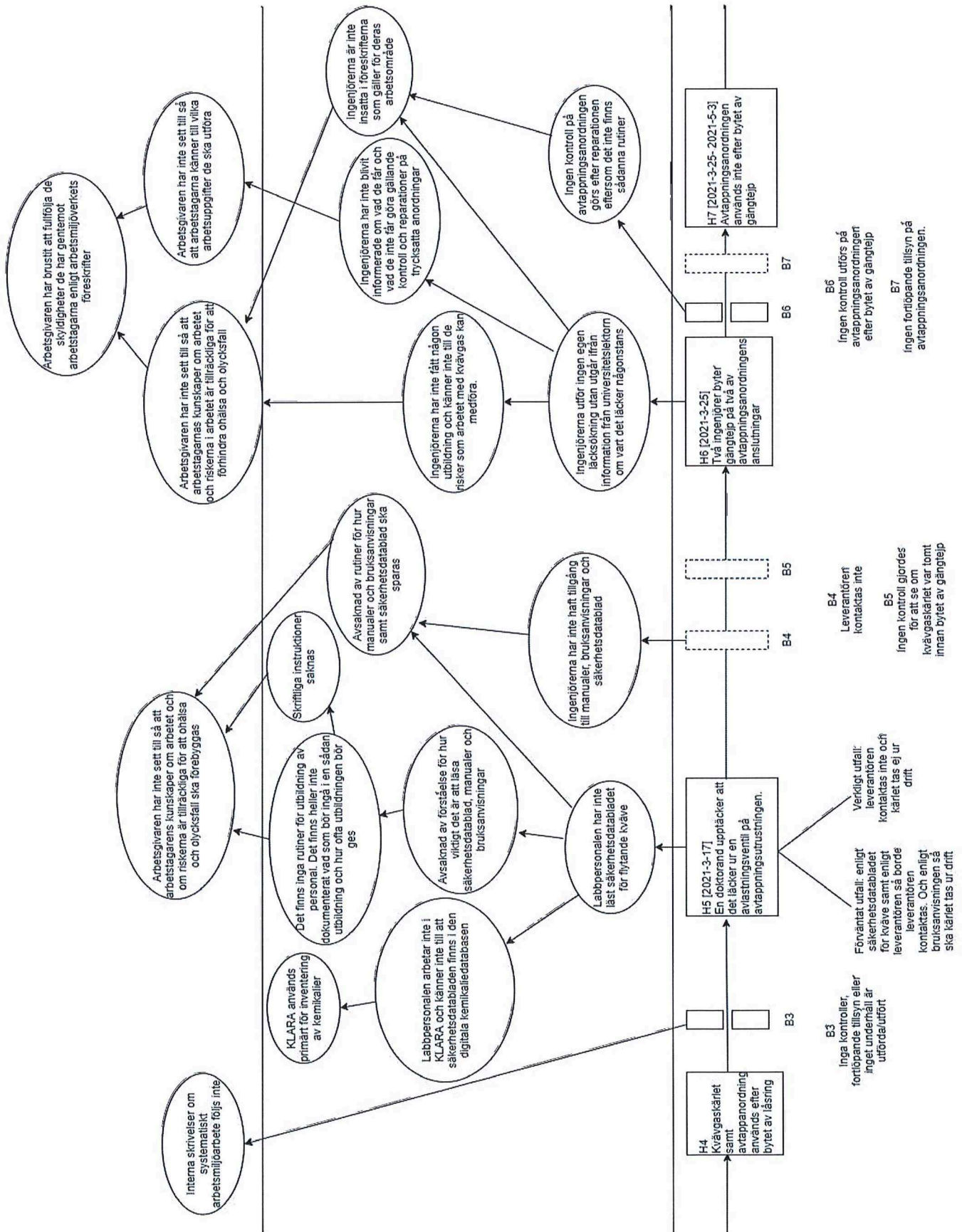
Rapporten är granskad av;

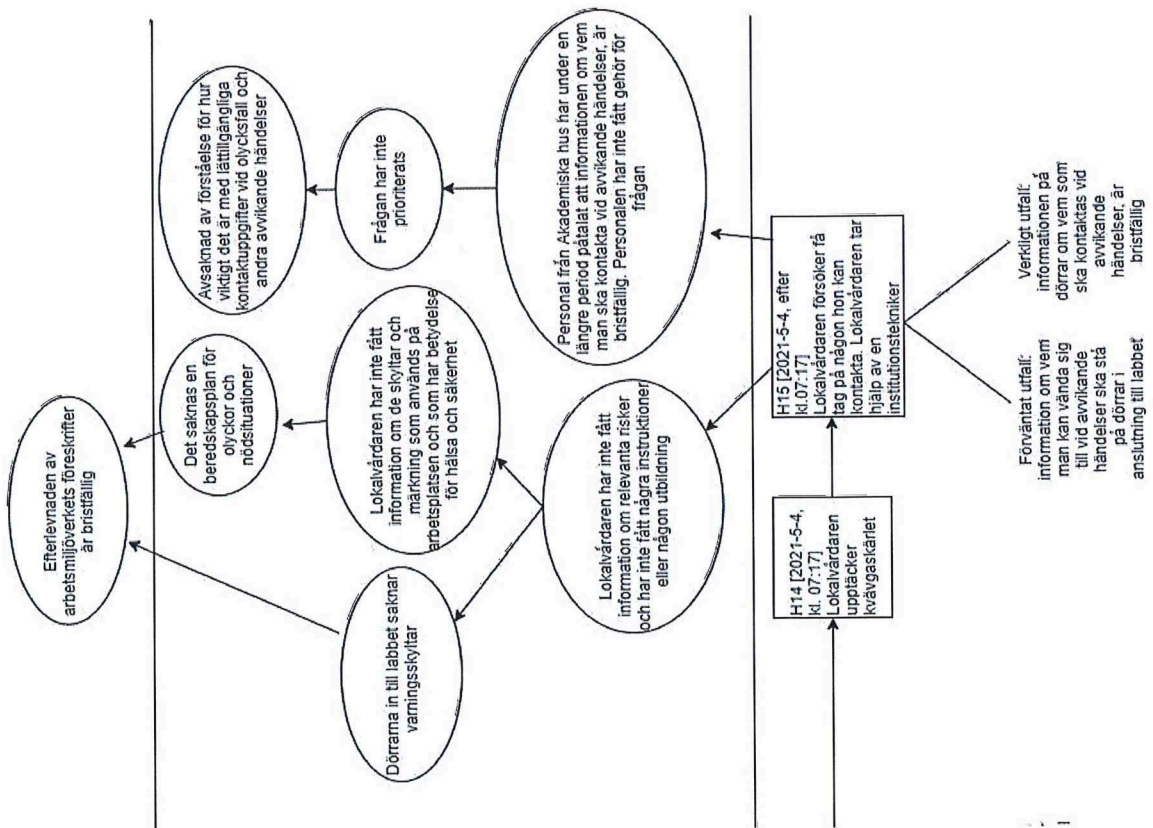
<i>20/7-2021</i>	<i>Peter Johansson</i>	<i>20/7-2021</i>	<i>Thanh Wang</i>
<i>Datum</i>	<i>Peter Johansson</i>	<i>Datum</i>	<i>Thanh Wang</i>
	<i>Prefekt på institutionen för naturvetenskap och teknik</i>		<i>Skyddsombud på institutionen för naturvetenskap och teknik</i>

8. Bilagor

Bilaga 1: MTO-händelseutredning







30th June 2021

ÖREBRO UNIVERSITET
Fakultetsgatan 1
701 82 Örebro

Bilaga 2: Teknisk analys

For the attention of: Cecilia Lagerström

REFERENCE: Incident with a Taylor Wharton tank

Dear Cecilia,

The following Taylor Wharton manufactured cryogenic vessel was returned to Worthington Cylinders GmbH for non-destructive testing and inspection: 35LD with Liquid Withdrawal Device, Serial No. 541-009-PA.

The subject vessel was returned due to an alleged incident. A serial number inquiry shows that the vessel in question was manufactured in 1998.

The description of the alleged incident provided was as follows:

On the 4th of May we had an incident with a Taylor Wharton tank (35 liter) containing liquid Nitrogen. Somehow there was an overpressure in the tank, and it "exploded", and it led to a major leakage event. Luckily nobody was hurt, it happened during the night and there was no one around or in the same room as the tank itself.

A visual inspection of the vessel and Liquid Withdrawal device yielded that the vessel in question had scratches and dents to the outer vessel. The neck tube was broken inside the vessel and the vessel was missing the evacuation plug. The evacuation plug will dislodge by design when the vacuum in the annular space is replaced with liquid.


The Liquid Withdrawal device is an older design that was changed in 2010. The device shows signs of being recently maintained as the PTFE tape on the relief valves appeared to be new. The relief valve on the device did not open to specification (1.3 bar instead of the specified 0.48 bar). However, 1.3 bar would not be enough pressure to cause the damage that was observed.

In conclusion the root cause of the alleged incident could not be determined. The damage to the vessel is consistent with a vessel being dropped, causing damage to the inner neck tube resulting in sudden vacuum loss. However, it should also be noted that the vessel's age is beyond its life expectancy, so age related stresses to the vessel could also be considered.


Kind regards,



David Bowers
Europe Director of Quality, Regulatory & Tech Support

 1-855-750-8191

 www.icbiomedical.com

 1031 Cass White Road, NW
Cartersville, Georgia 30121

Bilaga 3: Beräkning av syrgashalten

De antaganden som görs i beräkningen är att det är 35 liter flytande kväve i kvävgaskärlet vid tidpunkten för incidenten samt att allt flytande kväve förångas. Laboratoriets ventilation (luftflöde) har inte tagits med i beräkningen. Beräkningen utgår ifrån ett worst case scenario.

V_N = Totalt volym av flytande kväve som förångas = 1,0

V_R = Rummets volym i m^3 = B 6,9 m x D 8,4 m x H 3,4 m = 197,06 m^3

V_D = Kvävgaskärlets innehåll i liter = 35 liter

F_G = Gasfaktor N_2 = 683

C_{O_2} = Normal koncentration av syrgas i luft = 0,21%






V_{O_x} = Totalt volym av syrgas i luft i m^3 = $C_{O_2} \times [V_R - ((V_N \times V_D \times F_G)/1000)]$

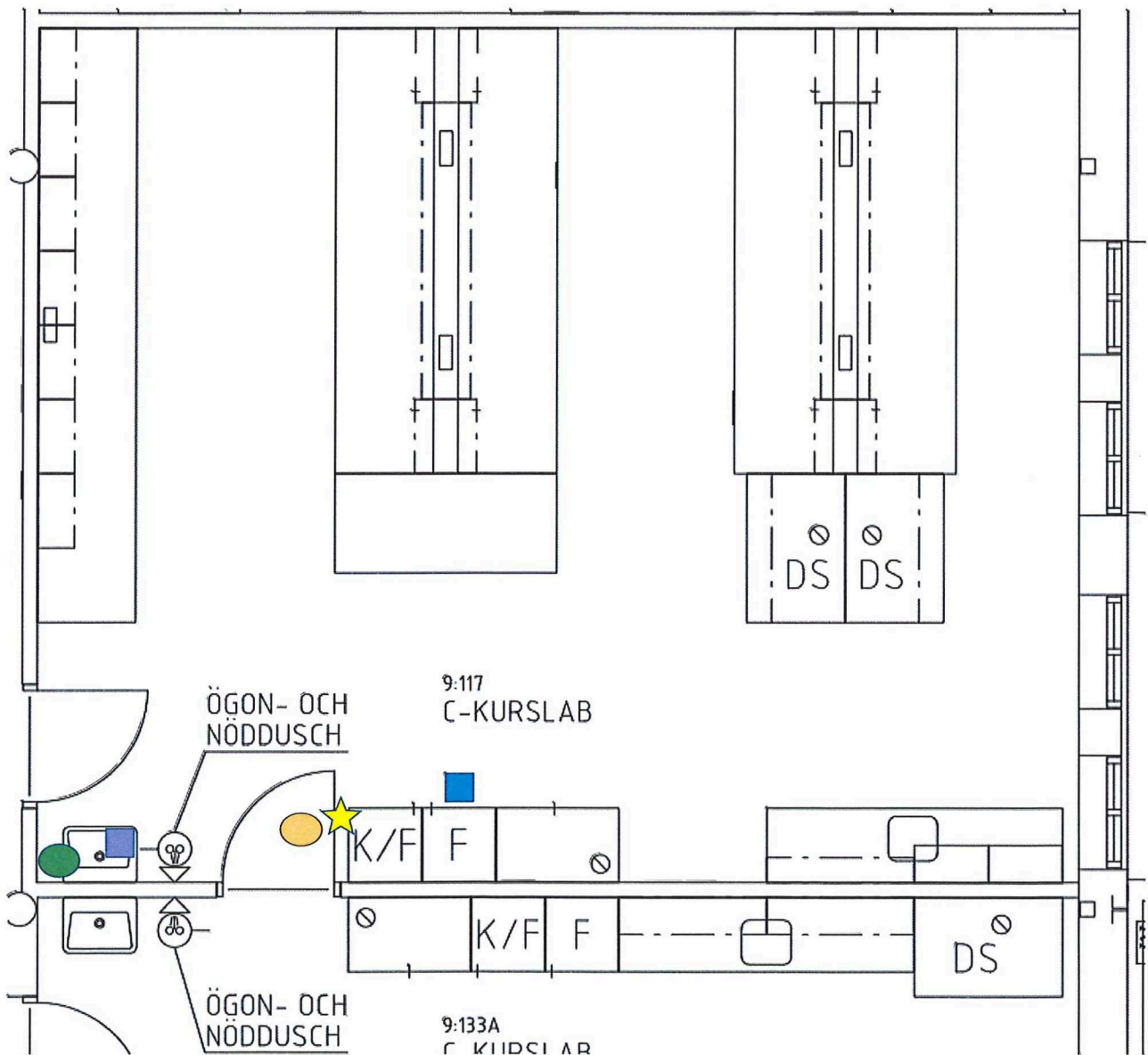
C_{O_x} = Total koncentration av syrgas i rummet = $100 \times (V_{O_x}/V_R)$

V_{O_x} = $C_{O_2} \times [V_R - ((V_N \times V_D \times F_G)/1000)]$ = $0,21 \times [197,06 - ((1,0 \times 35 \times 683)/1000)]$ = 36,36 m^3

C_{O_x} = $100 \times (V_{O_x}/V_R)$ = $100 \times (36,36/197,06)$ = 18,5%

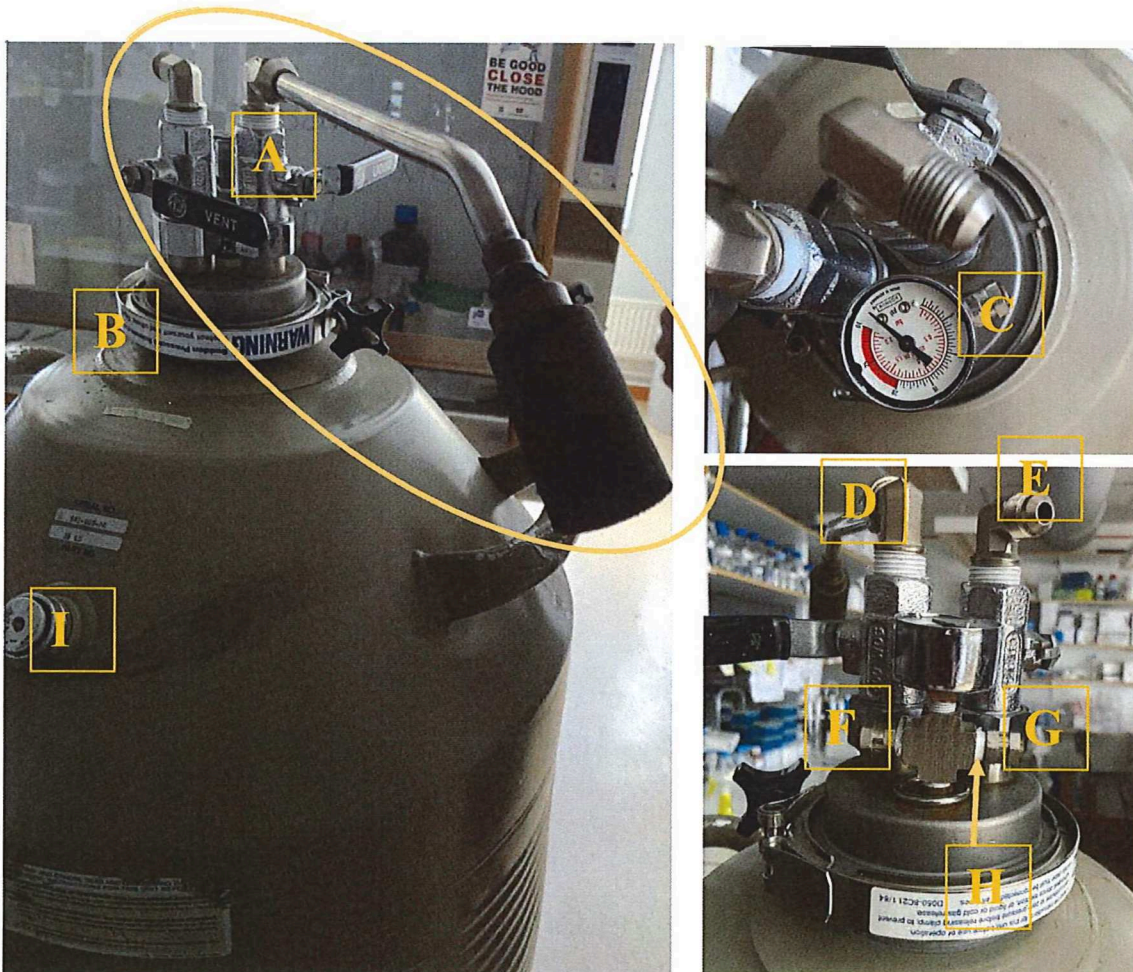
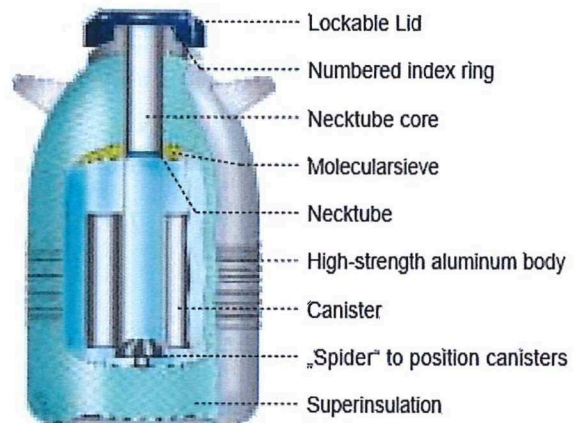
Bilaga 4: Ritning av laboratoriet

-  Kvävgaskärlets position innan incidenten (upprätt position på en rullvagn bredvid kylskåpet i laboratoriet)
-  Kvävgaskärlets position efter incidenten (liggande position på sidan under handfatet, tryckt intill väggen i närheten av ingången till laboratoriet)
-  En fördjupning på kylskåpet, ca 30 cm från golvet som tros ha uppkommit efter ett kraftigt slag av kvävgaskärlets ena handtag
-  Plastbit som tillhör kvävgaskärlets säkerhetsventil
-  Resten av kvävgaskärlets säkerhetsventil, en cylinderformad metallbit, ligger framför kemikalieskåpet



Bilaga 5: Bilder på kvävgaskärl

- A) Avtappningsanordning
- B) Klämma
- C) Tryckmätare
- D) Ventil för flytande kväve
- E) Ventil för kväve i gasfas
- F) Sekundär säkerhetsventil
- G) Primär säkerhetsventil
- H) Gångtejp
- I) Kvävgaskärlets säkerhetsventil



Bilaga 6: Bilder från budfirman som visar hur kärl förankras

Observera; Bilden visar ett annan typ av kärl än det kärlet som var inblandad i incidenten på Örebro universitet.

