FoU rapport

Beslut under osäkerhet

RÄDDNINGS VERKET

Denna rapport ingår i Räddningsverkets serie av forsknings- och utvecklingsrapporter. I serien ingår rapporter skrivna av såväl externa författare som av verkets anställda. Rapporterna kan vara kunskapssammanställningar, idéskrifter eller av karaktären tillämpad forskning. Rapporten redovisar inte alltid Räddningsverkets ståndpunkt i innehåll och förslag.

2002 Räddningsverket, Karlstad
Risk- och miljöavdelningen
ISBN 91-7253-129-0

Beställningsnummer P21-385/02
2002 års utgåva

Beslut under osäkerhet

Per-Erik Malmnäs
Filosofiska institutionen, Stockholms universitet

Räddningsverkets kontaktperson
Jan Schyllander, Risk- och Miljöavdelningen, Telefon 054-13 51 41

Innehållsförteckning

Abstract 7

Sammanfattning 9

1. Beslutsproblem 11
1.1 Exempel på beslutsproblem 11
1.1.1 Exempel 1 (Kallbrand) 11
1.1.2 Exempel 2 (Monty Hall) 12
1.1.3 Exempel 3 (Val av programmeringsspråk) 13
1.2 Sektionens beskrivning av beslutsproblemet 14
1.2.1 Handlingsalternativ 14
1.2.2 Fördelar och nackdelar med de olika alternativen 14
1.3 Behandling av problemet med beslutsteoretisk teknik 15
1.3.1 Alternativ 1 15
1.3.2 Alternativ 2 15
1.3.3 Sannolikhetsuppskattningar 15
1.3.4 Värdeomdömen 16
1.3.5 Jämförelse mellan alternativen 16
1.4 Förutsättningar för att lösa beslutsproblem 17
1.5 Metoder för att lösa beslutsproblem 18

2. Klassisk beslutsteori 20
2.1 Ren klassisk beslutsteori 20
2.2 Modifierad klassisk beslutsteori 22
2.2.1 Introduktion av värden av utfall 22
2.2.2 Introduktion av sannolikhetsuppskattningar som inte är baserade på symmetriövervägande 23

3. Hypermjuk beslutsteori 24
3.1 Strukturering och matematisk representation 24
3.1.1 En ny konsekvensbeskrivning av strategi 1 25
3.2 Satisfierbara beslutsramar 34
3.3 Icke satisfierbara beslutsramar 34
3.4 Värderingsprinciper och beslutsregler HMB 35
3.4.1 Kvalitativa värderingar 36
3.4.2 Förväntat värde 38
3.4.3 Beslutsregler som enbart beaktar extremvärden 39

4. Några alternativ till hypermjuk beslutsteori 41
4.1 Hodges Jr, J.L och E.L. Lehmann (1952) 41
4.2 Blum J.R., och J. Rosenblatt (1967) 41
4.3 Watson, S.R. (1974) 41
4.4 Levi (1974) 42
4.5 Gärdenfors, P. och N.E Sahlin (1982) 45

5. Fallstudier och reflektioner 48
5.1 Fall 1 Norra Strandvägen i Stenungsund 48
5.1.2 Beskrivning av fallet 48
5.1.3 Parternas argumentation 48
5.1.4 Skyddsavstånd och riksintresse 49
5.1.5 Buller 50
5.1.6 Klorgasutsläpp 52
5.2 Fall 2. Lisebergs utvidgning mot öster 54
5.2.1 Bakgrund 54
5.2.2 Ärendets utveckling 54
5.2.3 Yttranden 55
5.2.4 Granskningsuttalanden 56
5.2.5 Antagande 57
5.2.6 Överklagan och prövning 57
5.3 Fall 3. Sundsvalls fryseri AB 58
5.3.1 Bakgrund 58
5.3.2 Ärendets utveckling 58
5.3.3 Parternas argumentation 59
5.3.4 FOA:s riskanalys 59
5.3.5 FOA:s preliminära rapport 59
5.3.6 Litet utsläpp utomhus - dimensionerade fall 60
5.3.7 Konsekvenser utomhus 61
5.3.8 Konsekvenser inomhus 62
5.3.9 Stort utsläpp utomhus 62
5.3.10 Konsekvenser utomhus 62
5.3.11 Därefter 63
5.3.12 Konsekvenser inomhus 63
5.3.13 FOA:s slutliga rapport 63
5.3.14 Utsläpp utomhus - dimensionerande fall 64
5.3.15 Konsekvenser utomhus 64
5.3.16 Sundsvalls Fryseri AB 64
5.3.17 Statens Räddningsverk 65
5.3.18 Räddningsverkets yttrande 65
5.3.19 Länsstyrelsen 66
5.3.20 Föreläggandets laglighet m m 67
5.3.21 Övrigt 68
5.3.22 Länsrätten 68
5.8 Fall 4. Skärhamns Frys AB 71
5.8.1 Ärendets utveckling 71
5.8.2 Kalendarium - Skärhamns Frys 74
5.8.3 Kalendarium - Akvarellmuseet 76
A. Kommunfullmäktiges beslut avseende detaljplan för Södra hamnen, Skärhamn (XI i bilaga 3) 77
A.1 Rimligheten i att tillåta en förtätning i Södra hamnen 77

A.1.1 JNN:s riskanalys 77
A.1.2 JNN:s projektbeskrivning 77
A.2 Tillägg till den ursprungliga detaljplanen 78
A.2.1 Störningskydd 78
A.2.2 Tekniska frågor 78
B. Kommunfullmäktiges beslut, KF § 72 1998-06-25, att antaga en reviderad räddningstjänstplan för Tjörns kommun (XV i bilaga 3) 79
C. Kommunfullmäktiges beslut, KF § 91 1999-06-07, att uppdraga åt kommunstyrelsen att genomföra skorstensalternativet (XXXIX i bilaga 3) 79
C.1 Jan Johansson projektbeskrivning Säkring av Skärhamns Frys mot ammoniakutsläpp version 2/11 1998 (XX i bilaga 3) 79
C.2 ÅF-RNK:s förslag till ombyggnad av kylanläggning för att minska risker för ammoniakutsläpp 5/11 och 2/12 1998 (XXI i bilaga 3) 80
C.3 DNV:s riskanalys (XXII i bilaga 3) 80
C.4 DNV:s kvalitativa bedömning av förslag till säkerhetshöjande åtgärder för Skärhamns Frys (XXVII i bilaga 3) 81
C.5 Utsläpp av köldmedium NH3, Rapport från ÅF-RNK 1/3 1999 (XXXII i bilaga 3) 81
C.6 Skrivelse från Räddningsverket till Länsstyrelsen 26/3 1999 (XXXIV i bilaga 3) 81
C.7 Skrivelse från Länsstyrelsen till kommunstyrelsen 16/4 1999 (XXXV i bilaga 3) 82
D. Kommunstyrelsens beslut 14/10 1999 (XLV i bilaga 3) 83
E. Kommunstyrelsens beslut 18/11 1999 (XLVII i bilaga 3) 83
F. Beslut av kommunstyrelsens arbetsutskott 9/12 1999 (L i bilaga 3) 83
G. Kommunstyrelsens beslut 13/9 2001 (LV i bilaga 3) 83
H. Kommunstyrelsens beslut 13/9 2001 (LV i bilaga 3) 83
5.9 Reflektioner 84
5.9.1 Tidshorisonter 84
5.9.2 Typ av beslut 84
5.9.3 Val av ram 85
5.9.4 Behandling av osäkerheter 85
Bilaga 1 85
Bilaga 2 88
Bilaga 3 89
Utdrag ur bilaga 4 158
Förkortningar 252
Referenser 252

Abstract

To what extent can methods and tools from decision theory be of service to the National Rescue Services Agency?

This essay contains a discussion of this question by way of a somewhat detailed examination and appraisal of a few controversial cases in order to extract procedures that may be of use to the National Rescue Services Agency when facing similar cases in the future.

A brief account of some branches of modern decision is also included. Here special emphasis has been laid on reasonable approaches when there is little ground for assuming numerically precise probabilities.

Finally, the feasibility of using ALARP in decision making in face of uncertainty is given some consideration.

Sammanfattning

I vilken utsträckning kan generella beslutsteoretiska metoder och verktyg förbättra och underlätta argumentationen inför beslut under osäkerhet inom Räddningsverkets område?

I föreliggande arbete diskuteras denna fråga främst genom en beskrivning och utvärdering av ett antal kontroversiella fall. Syftet med denna genomgång är att söka abstrahera några rimliga tillvägagångssätt som kan underlätta beslut i liknande ärenden i framtiden.

Vidare ges en kort framställning av valda delar av modern beslutsteori. Urvalet är personligt och innehåller i första hand sådana delar som jag tror kan vara användbara för en beslutsfattare. Dessutom diskuteras några speciella principer, främst ALARP, som används framför allt i Nederländerna och i Storbritannien och som har många förespråkare även i Sverige.

Nyckelord: osäkerhet, beslut, riskanalys

1 Beslutsproblem

Vi är alla tvungna att fatta en mängd beslut och även ibland att motivera fattade beslut. Det är också ostridigt att vi har lättare att acceptera välmotiverade beslut än andra. Det förefaller därför angeläget att söka utröna i vilken utsträckning det går att motivera beslut. I detta kapitel kommer den frågan att diskuteras främst med hjälp av tre enkla exempel. I exemplen används vissa begrepp från elementär sannolikhetsteori. Dessa beskrivs närmare i bilaga 1.

1.1 Exempel på beslutsproblem

1.1.1 Exempel 1
(Kallbrand, från Weinstein och Fineberg, 1980)

En 68 år gammal patient har lidit av cirkulationsbesvär under ett antal år. Nu har en skada i vänster fot lett till en infektion och möjligen en lokal kallbrand. En tänkbar åtgärd är en operation nedanför vänster knä, men det är också möjligt att en medicinsk behandling räcker för ett tillfrisknande. En uppskjuten operation kan dock leda till att infektionen sprider sig så att en operation ovanför knät blir nödvändig.

Läkaren och patienten har alltså att välja mellan en operation nu och en medicinsk behandling. En operation nu är tämligen säker: enligt författarna anser läkaren att chanserna för ett lyckat resultat är 0,99 och att risken för allvarliga komplikationer är 0,01. Vidare anser läkaren att chanserna för ett tillfrisknande vid en medicinsk behandling är 0,7 och att chanserna för ett lyckat resultat vid en senare operation är 0,9. Om patienten till varje pris vill undvika allvarliga komplikationer, så är valet lätt. Sannolikheten för sådana är ju 0,01 vid en omedelbar operation och 0,03 (0,3·0,1) vid en medicinsk behandling. Om patienten i detta läge istället i första hand är intresserad av ett tillfrisknande, så är valet också lätt. Denna möjlighet finns ju bara vid en medicinsk behandling. Bara för patienter som är villiga att göra avvägningar mellan tillfrisknande, ben amputerat nedanför knät, ben amputerat ovanför knät och allvarliga komplikationer behövs det mer information om det relativa värdet av dessa tillstånd för att avge en rekommendation.

För att se vad som behövs, låter vi värdena av tillstånden ovan vara tal. Vi sätter alltså t = värdet av ett tillfrisknande, u = värdet av en amputation under knät, o = värdet av en amputation ovanför knät och a = värdet av allvarliga komplikationer. Om vi sedan låter ett högre värde representeras av ett större tal, så får vi $a < o < u < t$. Eftersom patienten är villig att göra avvägningar mellan dessa värden, så är det naturligt att i detta fall jämföra de förväntade värdena , se bilaga 1 och 5, av de båda handlingsalternativen. Det förväntade värdet av en omedelbar operation $(E(O)) = 0{,}99 \cdot u + 0{,}01 \cdot a$

och det förväntade värdet av en medicinsk behandling (E(M)) = 0,7·t + 0,27·o + 0,03·a. För att förenkla, sätter vi a = 0. Då är E(O) = 0,99·u och E(M) = 0,7·t + 0,27·o. De flesta patienter torde anse att t - u > u - o, dvs att skillnaden i värde mellan att bli helt frisk och en amputation nedanför knät är större än skillnaden i värde mellan en amputation nedanför knät och en amputation ovanför knät. Vi antar alltså detta och sätter t - u - (u -o) = k > 0. Vi övergår sedan till en jämförelse mellan E(O) och E(M). E(M) - E(O) = 0,7·t + 0,27·o - 0,99·u = 0,7·(t - u) - 0,27·(u - o) - 0,02·u = 0,43·(t - u) + 0,27·(t - u - (u - o)) - 0,02·u = 0,43·(t - u) + 0,27·k - 0,02·u. För att förenkla, sätter vi t = 1. Då är E(M) - E(O) = 0,43 + 0,27·k - 0,45·u. Men u = (1-k+o)/2. Alltså är E(M) - E(O) = 0,205 + 0,495k - 0,225o > 0,205(0,91 + 2,2k - o) > 0 om o < 0,91 eller om t ex k = 0,01 och o < 0,93. Om t - u > u - o, så måste alltså t, u och o ligga mycket nära varandra för att det förväntade värdet av en omedelbar operation skall vara lika stort som värdet av en medicinsk behandling. Men detta är knappast troligt. Alltså är det troligt att en medicinsk behandling är bättre än en omedelbar operation i detta fall.

1.1.2 Exempel 2 (Monty Hall)

Antag att du är med i ett populärt amerikanskt TV-program och att du har möjlighet att välja en av tre dörrar. Bakom en av dörrarna finns det en bil och bakom de övriga en citron. När du har träffat ditt val, så öppnar programledaren (Monty Hall) en dörr bakom vilken det ligger en citron. Du erbjuds nu möjligheten att ändra ditt val. Bör du göra detta och i så fall varför? På följande sätt skulle jag ha resonerat.

Om man utgår från den klassiska sannolikhetsteorin, så kan placeringen av bilen bakom dörrarna uppfattas som resultatet av ett slumpexperiment. Det finns då väsentligen två möjligheter: antingen är alla placeringar lika sannolika eller så favoriseras den mellersta dörren eftersom det rör sig om ett program sponsrat av en bilfirma och bilen syns bäst om den står bakom den mellersta dörren. Dessa överväganden leder till att jag väljer dörr två. Antag att programledaren därefter öppnar dörr ett. Är sannolikheten större för att bilen finns bakom dörr tre än bakom dörr två? Nu måste jag räkna utgående från de två olika slumpexperimenten.

Fall (a) Alla placeringar är lika sannolika. Då $P(B_1) = P(B_2) = P(B_3) = 1/3$. Här är B_i händelsen att bilen placerats bakom dörr i. Låt nu V_i vara händelsen att dörr i valts och $Ö_i$ händelsen att dörr i öppnas. Då är $P(B_i) = P(B_i / V_i)$ eftersom bilarna är utplacerade före valet. Här är $P(B_i / V_i)$ = sannolikheten för att bilen finns bakom dörr i, 1=i=3, givet att dörr i valts. Vidare gäller följande: $P(Ö_1 / B_1$ och $V_2) = 0$ (Monty Hall öppnar alltid en dörr som döljer en citron), $P(Ö_1 / B_2$ och $V_2) = p$ (Vi vet inte om Monty Hall favoriserar någon av dörrarna när han har valmöjlighet) och $P(Ö_1 / B_3$ och $V_2) = 1$ (I detta läge har Monty Hall inget val). Här är 0=p=1. Vi skall beräkna $P(B_2 / Ö_1$ och $V_2)$ (sannolikheten för att bilen finns bakom dörr 2

givet att dörr 2 valts och dörr 1 öppnats). Nu är $P(B_2 / Ö_1 \text{ och } V_2) = P(B_2 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2) / P(Ö_1 \text{ och } V_2)$, se bilaga 1. Vi beräknar först täljaren och därefter nämnaren.

(i) $P(B_2 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2) = P(Ö_1 / B_2 \text{ och } V_2) * P(B_2 \text{ och } V_2)$, se bilaga 1. Nu är $P(Ö_1 / B_2 \text{ och } V_2) = p$, se ovan, och $P(B_2 \text{ och } V_2) = P(B_2 / V_2)*P(V_2)$, se bilaga 1. Vidare är $P(B_2 / V_2) = 1/3$, se ovan. Alltså är $P(B_2 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2) = P(V_2)*p/3$.

(ii) $P(Ö_1 \text{ och } V_2) = P(B_1 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2)+P(B_2 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2)+ P(B_3 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2)$. Bilen finns ju bakom en av dörrarna. Nu är $P(B_1 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2) = 0$ (Monty Hall öppnar inte en dörr som döljer bilen) och $P(B_2 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2) = P(V_2)*p/3$ (se under (i) ovan). Vidare är $P(B_3 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2) = P(Ö_1 / B_3 \text{ och } V_2)* P(B_3 \text{ och } V_2)$, se bilaga 1. Nu är $P(Ö_1 / B_3 \text{ och } V_2) = 1$ (I detta fall har Monty Hall inget val) och $P(B_3 \text{ och } V_2) = P(B_3 / V_2)* P(V_2)$, se bilaga 1. Men $P(B_3 / V_2) = 1/3$ (Bilen har placerats innan valet görs). Alltså är $P(B_3 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2) = P(V_2)/3$. Men detta ger att $P(Ö_1 \text{ och } V_2) = P(V_2)*p/3+P(V_2)/3$.

Alltså $P(B_2 / Ö_1 \cap V_2) = P(V_2)*p/3 / (P(V_2)*p/3+P(V_2)/3) = p/(p+1) = 1/2$ ($f(p) = p/p+1$ är en strikt växande funktion av p om $p>-1$ med $f(0) = 0$ och $f(1) = 1/2$).

Slutsats. Om alla placeringar är lika sannolika, så är det bättre att byta.

Fall (b) Dörr två favoriseras men ingen skillnad görs mellan dörr 1 och dörr 3. Då $P(B_1) = P(B_3) = (1-q)/2$, $P(B_2) = q$. Här är $1>q>1/3$. Genom att resonera som i fall (a) får vi

(i) $P(B_2 \text{ och } Ö_1 \text{ och } V_2) = P(V_2)*p*q$.

(ii) $P(Ö_1 \text{ och } V_2) = P(V_2)*p*q+P(V_2)*(1-q)/2$.

Alltså $P(B_2 / Ö_1 \text{ och } V_2) = p*q/(p*q+(1-q)/2)$. Nu är q knappast större än 0,4. Om inte, så skulle skevheten bli alltför tydlig. Sätt alltså $q = 0,4$. Då är $P(B_2 / Ö_1 \text{ och } V_2) = 0,5$ om $p=3/4$. I fall (b), så kan det alltså vara sämre att byta om programledaren i mer än tre fall av fyra öppnar dörr ett när han kan välja mellan dörr ett och dörr tre. Detta förefaller dock alltför genomskinligt.

Slutsats. Det är rimligare att byta även i fall (b).

1.1.3 Exempel 3 (Val av programmeringsspråk)

Detta exempel härrör från ett samarbete med personalen vid sektion TR på ELLEMTEL Utvecklings AB i Älvsjö.

1.2 Sektionens beskrivning av beslutsproblemet

TR hade sommaren 1987 gjort en mindre prototyp av ett stödsystem för specifikationer av telefonitjänster skrivna i 1:a ordningens predikatlogik. Systemet innehöll två "verktyg", en simulator och en "planerare". Prototypen var skriven i programmeringsspråket PROLOG.

Prototypen visades upp i ett flertal sammanhang tillsammans med OH-bilder och beskrivningar av andra "verktyg". Det beslutades att TR skulle ta fram en större prototyp innehållande alla dessa "verktyg".

Under hösten implementerades stora delar av prototypen i PROLOG men det visade sig svårt att "länka" ihop de olika delarna p g a att PROLOG-systemet inte var anpassat för stora program. Under hösten och vintern försökte personalen lära sig PROLOG och maskinerna bättre för att klara av att hantera stora program. Våren 1988 bestämdes det att prototypen skulle vara färdig i september samma år och personalen började diskutera hur man skulle lösa problemet med stora program.

1.2.1 Handlingsalternativ

De alternativ som diskuterades var

(i) Hela systemet skrivs om i ett konventionellt programmeringsspråk (C).

(ii) Sektionen fortsätter att lära sig mer om PROLOG och söker vidare efter PROLOG-versioner som kan klara stora program.

(iii) Sektionen drar sig ur projektet.

1.2.2 Fördelar och nackdelar med de olika alternativen

Fördelar med (i): Sektionen kan ganska säkert uppskatta arbetsmängden för att bli klar i tid, systemet blir troligen "stabilt" och dessutom får systemet betydligt bättre prestanda (snabbare beräkningar).

Nackdelar med (i): All kod måste skrivas om till C, det är inte helt säkert att sektionen kan få tag på C-programmerare i tid, personalen blir tvungen att själv arbeta mycket med C-programmering och utvecklingsarbetet försenas. Sektionen kommer att "fastna" i C-miljön och det blir svårt att motivera folk att skriva om hela programmet.

Fördelar med (ii): Om sektionen hittar ett stabilt PROLOG-system, så blir arbetsmängden minimal då ju programmen redan finns färdigskrivna i PROLOG. Personalen kan istället arbeta med att vidareutveckla prototypen, systemet blir flexibelt och det blir lätt att testa nya och ändrade rutiner av olika "verktyg".

Nackdelar med (ii): Det kommer kanske inte att finnas något system (prototyp) att visa upp i september eller ett system som bara kan hantera små specialfall vilket "prestigemässigt" kan vara sämre än att inte visa upp något alls.

Fördelar med (iii): PROLOG-systemen är under snabb utveckling för närvarande; sektionen bör därför avvakta utvecklingen och ägna sig åt utvecklingsarbete tills det kommer fram ett tillräckligt bra PROLOG-system. Då kan sektionen lätt plocka fram en bättre prototyp.

Nackdelar med (iii): Trovärdigheten hos sektionens "logikansats" kommer att minska om sektionen inte kan få fram en prototyp. Dessutom går personalen miste om möjligheten att pröva sina idéer praktiskt och att jämföra sin ansats med andras. Till sist blir det en prestigeförlust för Ericsson att inte kunna visa upp något inom logik-AI-området.

1.3 Behandling av problemet med beslutsteoretisk teknik

Per-Erik Malmnäs skisserade först en lösning som diskuterades vid ett möte med personalen. Då framkom det att valet i första hand stod mellan alternativen 1 och 2; så i fortsättningen kunde man koncentrera sig på en jämförelse mellan dessa. Vidare ändrades den ursprungliga skissen något. För att kunna jämföra alternativen med varandra måste dessa först transformeras till konsekvensform. Efter diskussioner kom man överens om följande beskrivning av dem.

1.3.1 Alternativ 1

k_1 Prototyp i C färdig i september 1988 till ganska hög kostnad och med inte helt nöjd personal.

k_2 Prototyp i C något försenad på grund av faktorer utanför sektionens kontroll.

k_3 Varken k_1 eller k_2.

1.3.2 Alternativ 2

k_4 Prototyp i PROLOG färdig i september 1988 till låg kostnad och med nöjd personal.

k_5 Prototyp i PROLOG något försenad på grund av faktorer utanför sektionens kontroll, låg kostnad, ganska nöjd personal.

k_6 Bara delar av prototyp i PROLOG färdiga, låg kostnad, frustrerad personal.

k_7 Varken k_4, k_5 eller k_6.

Vidare kom man efter diskussioner fram till följande sannolikhetsuppskattningar och värdeomdömen.

1.3.3 Sannolikhetsuppskattningar

Sannolikheten för k1 är ganska hög, minst 2/3. Händelsen 'k_1 eller k_2' är mycket sannolik, bör sättas till 1 i första omgången. Händelsen 'k_4 eller k_5'

är mycket osäker, kan ligga mellan 0,1 och 0,6. Händelsen 'k_4 eller k_5 eller k_6' är mycket sannolik, bör sättas till 1 i första omgången.

1.3.4 Värdeomdömen

k_4 är bäst, något bättre än k_5. Dessa båda är klart bättre än k_1, som i sin tur är något bättre än k_2. k_6 är mycket sämre än någon av de tidigare nämnda.

1.3.5 Jämförelse mellan alternativen

I detta fall ansåg inte personalen att det fanns någon enskild omständighet eller enkel kombination av omständigheter som var utslagsgivande: Den omständigheten att C-alternativet innebar att man med hög sannolikhet skulle få ett en hygglig produkt medan motsvarande var osäkert i PROLOG-alternativet var inte utslagsgivande för gruppen. Ej heller var möjligheten att få en förstklassig produkt i PROLOG-alternativet medan denna möjlighet inte fanns i C-alternativet utslagsgivande. I denna situation var det naturligt att grunda en jämförelse på en sammanvägning och att därvid i första hand jämföra alternativens förväntade värde. En sådan jämförelse förutsätter en matematisk representation av sannolikhetsuppskattningarna och värdeomdömena ovan. Efter diskussioner kom man fram till följande:

$P(k_1) = 2/3$, $P(k_1)+P(k_2) = 1$, $0{,}1 = P(k_4)+P(k_5) = 0{,}6$, $P(k_4)+P(k_5)+P(k_6) = 1$.

$1 = V(k_4) > V(k_5) > V(k_1) > V(k_2) > V(k_6) = 0$. $V(k_2)-V(k_6) > V(k_5)-V(k_1) > V(k_4)-V(k_5) = V(k_1)-V(k_2)$.

Kommentarer

Märk att representationen inte är exakt, ja i själva verket torde det vara omöjligt med en exakt representation av vaga uttryck. I detta läge har en liberal representation valts; 2/3 skall t ex tolkas som en tillräckligt hög nedre gräns för $P(k_1)$ och inte som ett exakt värde. På samma sätt skall [0,1, 0,6] tolkas som ett tillräckligt stort intervall för $P(k_4$ eller $k_5)$. Det betyder att en rangordning mellan alternativ 1 (A) och alternativ 2 (B) inte får baseras på värden nära gränserna.

För att underlätta jämförelsen mellan de givna alternativen, sätter vi $P(k_1) = a$, $P(k_2) = 1 - a$, $P(k_4) = b$, $P(k_5) = c$, $P(k_6) = 1 - b - c$, $V(k_6) = 0$, $V(k_2) = x$, $V(k1) = x + y$, $V(k5) = x + y + z$ och $V(k4) = x + 2y + z$ eftersom $V(k_4)-V(k_5) = V(k_1)-V(k_2)$.

Vi får då: A:s förväntade värde $(E(A)) = x + a{\cdot}y$ och $E(B) = b + c{\cdot}(x + y + z)$ där $2/3 = a = 1$, $0 = b$, $0 = c$, $0{,}1 = b + c = 0{,}6$, $0 < y < z < x$, $x + 2y + z = 1$.

För att jämföra E(A) med E(B), beräknar vi först maxE(A), medelE(A), minE(A), maxE(B), medelE(B) och minE(B) i O = 2/3 = a = 1, 0 = b, 0 = c, 0,1 = b + c = 0,6. Detta ger: maxE(A) = x + y, medelE(A) = x + 5y/6, minE(A) = x + 2y/3, maxE(B) = 0,6(x + y + z), medelE(B) = 4,3/21 + 4,3(x + y + z)/21, minE(B) = 0,1. Alltså

(i) maxE(A) - maxE(B) = 0,4x + 0,4y - 0,6z,

(ii) medelE(A) - medelE(B) = (24,8x + 9,2y - 17,2z)/42 > 0 eftersom x > z, och

(iii) minE(A) - minE(B) = x + 2y/3 - 0,1 > 0 eftersom x > 0,25.

Alltså kan endast olikhet (i) ha olika tecken. Men om vi modifierar O till O′= 2/3 = a = 0,9, 0 = b, 0 = c, 0,1 = b + c = 0,5, så maxE(A) = x + 0,9y och maxE(B) = 0,5(x + y + z). Alltså är maxE(A) - maxE(B) = 0,5x + 0,4y - 0,5z > 0 eftersom x > z. För att se hur stabilt tecknet i (ii) är, kan vi beräkna medelE(A) och medelE(B) i O′′= 2/3 = a = 0,7, 0 = b, 0 = c, 0,3 = b + c = 0,6. Detta ger medelE(A) - medelE(B) = (3,2x - 0,1y - 2,8z)/6 > 0 eftersom x > z > y. Alltså är tecknet i olikhet (ii) anmärkningsvärt stabilt. Liknande känslighetsanalyser ger motsvarande resultat. Alltså är A det bästa alternativet.

1.4 Förutsättningar för att lösa beslutsproblem

För att lösa ett beslutsproblem underlättar det om man först gör klart för sig vilken typ av problem det är. Beslutsproblem är väsentligen av tre slag: optimeringsproblem, rena valproblem och satisfieringsproblem.

I ett **optimeringsproblem** handlar det om att söka finna den bästa lösningen på ett problem t ex på något av följande:

(i) Vilket är det bästa sättet att ta hand om det utbrända kärnbränslet från de svenska kärnkraftverken?

(ii) Vilket är det bästa sättet att erhålla en säker elproduktion i Sverige?

(iii) Vilken sträckning av Botniabanan mellan Nordmaling och Umeå är den bästa?

(iv) Vilken är den bästa tidpunkten för en svensk anslutning till EMU?

I ett **Valproblem** gäller det att välja det bästa av ett bestämt antal alternativ. Sådana problem exemplifierades i avsnitt 1.1. Andra valproblem består i att välja en av ett antal sökande till ett arbete eller en av ett antal offererade produkter.

I ett **satisfieringsproblem** slutligen handlar det om att bestämma om en föreslagen lösning eller åtgärd är tillräckligt bra för att kunna godtas.

Exempel:

(v) Bör den föreslagna exploateringen vid Norra Strandvägen, Stenungsund, tillåtas?
(Se fall 1 i kap 5.)

(vi) Är skorstensalternativet vid Skärhamns frys tillräckligt säkert? (Se fall 4 i kap 5.)

Problemen (i) - (vi) är alla viktiga beslutsproblem men alltför obestämt formulerade för att kunna lösas. I problem (i) måste man t ex först bestämma sig för en ram innan man kan gå vidare och söka efter en optimal strategi. I det aktuella exemplet är t ex följande ramar möjliga: (a) ett kärnavfallsproblem, (b) ett allmänt avfallsproblem eller (c) ett trovärdighetsproblem för kärnkraften. Om ram (a) väljs, så är det naturligt att rangordna föreslagna strategier m a p säkerhet och strålskydd samt ekonomi. Dessutom är det rimligt att uppställa höga krav ifråga om säkerhet och strålskydd. Om däremot ram (b) väljs, så måste man först företa en allmän inventering av existerande och förväntade mängder av toxiskt avfall av olika slag, därefter för varje avfallskategori fastställa vilka kostnader och miljökonsekvenser olika behandlingsstrategier kan leda till och slutligen företa en total sammanvägning. För kärnavfallsfrågan kan detta leda till att strategier, som inte är aktuella inom ram (a), nu blir intressanta eftersom ambitionsnivåerna inom andra områden är mycket lägre än inom kärnavfallområdet. Om slutligen ram (c) väljs, så förvandlas hela frågan till ett marknadsföringsproblem. Då skall föreslagna strategier först och främst bedömas efter hur väl de förväntas främja fortsatt kärnkraft varvid tämligen höga kostnader förmodligen är acceptabla.

På samma sätt måste man för att kunna lösa problem (ii) bestämma sig för ett lämpligt tidsperspektiv och för en lämplig avvägning mellan dimensionering av elsystemet och säkerhet mot olyckor. Man kan t ex förfara så att man utgår från dagens produktionsapparat och produktionsförhållanden och välja att betrakta de närmaste 50 åren. Med dessa villkor angivna torde problem (ii) gå att behandla.

Ovanstående anmärkningar förefaller självklara men följs sällan inför viktiga beslut. Därför blir ofta argumentationen kring viktiga beslut såsom EMU ostrukturerad och svår att värdera, se t ex Elgemyr och Malmnäs (1997).

1.5 Metoder för att lösa beslutsproblem

Om vi börjar med att betrakta beslutsproblemen i avsnitt 1.1, så såg vi där att användning av beslutsteoretisk teknik kunde vara användbar för att behandla vissa enkla beslutsproblem. Vi såg att den beslutsteoretiska tekniken kunde användas både för att strukturera problemen på ett ändamålsenligt sätt och för att värdera och rangordna handlingsalternativen.

Den speciella teknik som användes i dessa exempel kallas **hypermjuk beslutsteori (HMB).** Den presenteras närmare i kapitel 3. HMB är en modifiering av den **klassiska beslutsteorin** som presenteras i kapitel 2. Modifieringen består bl a i att HMB till skillnad från den klassiska teorin tillåter numeriskt oprecisa sannolikheter och värden. HMB är långt ifrån den enda teorin som tillåter detta. En del alternativ till HMB presenteras därför i kapitel 4.

Det gemensamma för alla dessa teorier är att de är utvecklade för att lösa valproblem och att de därför inte utan vidare kan behandla optimerings-problem eller satisfieringsproblem. Vidare har de alla sin grund i att behandla enkla hasardspel såsom det spel som beskrivs i kapitel 2. Det är därför inte utan vidare klart i vilken utsträckning de skall kunna användas för att lösa problem av de slag som beskrivs i avsnitt 1.2. Å andra sidan framstår inte det rådande läget i Sverige som alltför tillfredsställande. Idag är det ju sällsynt att strukturerade metoder används i samband med viktiga beslut. I synnerhet gäller detta för utvärderingsfasen i en beslutsprocess. Detta innebär att vi i stor utsträckning är hänvisade till intuitionen för att bedöma kvaliteten i fattade beslut. Det bör även noteras att när strukturerade metoder används såsom av Svensk Kärnbränslehantering AB för att beräkna den årliga kärn-avfallsavgiften, se Malmnäs och Thorbiörnson (2000), eller av Banverket i samband med en större upphandling av ställverk, se Malmnäs (1999), så framstår inte metodvalen som särskilt väl genomtänkta. Det förefaller således finnas ett utrymme för förbättringar. Det mest lovande sättet att uppnå sådana förefaller vara att kombinera teoribildning med ingående fallstudier. I kaptitel 5 återfinns därför några reflektioner över studerade fall.

2. Klassisk beslutsteori

2.1 Ren klassisk beslutsteori

Den klassiska beslutsteorin kan ses som en tillämpning av sannolikhetskalkylen vid val mellan olika hasardspel eller mellan att spela ett givet spel eller att avstå från det. T ex är den tillämpbar på valet mellan följande spel:

Spel 1. Ett kast med fyra tärningar: en röd, en blå, en gul och en svart. Insats: 200 kr.

Vinster: (a) Om produkten av utfallen är udda och summan av utfallen är en jämn kvadrat, så är vinsten 12 000 kr.

(b) Om produkten av utfallen är udda och summan av utfallen minus ett är en jämn kvadrat, så är vinsten 4 000 kr.

(c) Om produkten av utfallen är udda och varken (a) eller (b) gäller, så är vinsten 1 000 kr.

Spel 2. Ett kast med fyra tärningar: en röd, en blå, en gul och en svart. Insats: 200 kr.

Vinster: (a) Om produkten av utfallen är en jämn kvadrat, summan är udda och talet ett inte förekommer, så är vinsten 3 000 kr.

(b) Om produkten av utfallen är en jämn kvadrat, summan är jämn och talet ett inte förekommer, så är vinsten 2 000 kr.

(c) Om produkten av utfallen är en jämn kvadrat och det finns minst en förekomst av talet ett, så är vinsten 550 kr.

Den klassiska beslutsteorin är rent normativ och föreskriver att det bästa spelet bör väljas. Vidare innehåller den en enkel regel för att bestämma vilket spel som är bäst. Den föreskriver nämligen att det spel som ger högst förväntad vinst är bäst och att alla spel med samma förväntade vinst är lika bra. Här är den förväntade vinsten av ett spel ett vägt medelvärde av spelets vinster med sannolikheterna för de givna vinsterna som vikter. Den klassiska teorin förutsätter alltså att utfallen har en bestämd sannolikhetsfördelning och att spelen i alla övriga avseenden är lika. Det vanligaste antagandet beträffande sannolikhetsfördelningar är att alla elementära utfall är lika sannolika. Om vi gör det antagandet ifråga om spelen ovan, så blir den förväntade vinsten av spel 1 lika med $(11/1296)\cdot 12\,000 + (16/1296)\cdot 4\,000 + (54/1296)\cdot 1\,000 = 192{,}90$ kr och den förväntade vinsten av spel 2 lika med $(24/1296)\cdot 3\,000 + (65/1296)\cdot 2\,000 + (110/1296)\cdot 550 = 202{,}55$ kr.

Den klassiska teorin föreskriver alltså att under de givna förutsättningarna är spel 2 bättre än spel 1 och att det är bättre att spela spel 2 än att avstå från att spela det. Den klassiska teorin innehåller också ett argument för att man bör välja det spel som ger den högsta förväntade vinsten: Man kan genom

att spela samma spel tillräckligt många gånger se till att **sannolikheten** för en godtyckligt liten genomsnittlig avvikelse från den förväntade vinsten blir så stor som man önskar, se stora talens lag i bilaga 1. Den klassiska teorin förutsätter därvid följande empiriska hypotes: Om samma spel spelas tillräckligt många gånger, så kommer sannolikheten för ett utfall u att nästan sammanfalla med u's relativa frekvens.

Hur relevant är det klassiska argumentet om man tänker sig att spela dessa spel ett begränsat antal gånger? För att besvara frågan noterar vi först att variansen hos spel 1 ˜ 1 424 209 och att variansen hos spel 2 ˜ 351 953. Om vi därefter använder Bernstein-Bennetts olikhet, Bennett (1962), så får vi att man i spel 1 måste spela 954 000 gånger för att sannolikheten för en avvikelse från medelvärdet med högst 4 kr skall vara 0,99 och att man i spel 2 måste spela 237 000 gånger för att uppnå motsvarande resultat. Vill man dessutom uppnå att sannolikheten i spel 2 för en avvikelse från medelvärdet med högst en krona skall var 0,99, så måste man spela 3 740 000 gånger.

Det finns alltså grund för att ifrågasätta relevansen hos det klassiska argumentet för att man bör välja det spel som har högst förväntad vinst om man bara skall spela ett begränsat antal ggr. Vidare är det svårt att förstå att värdet av ett spel för en spelare _ (koppa) skall vara helt oberoende av dennes ekonomiska belägenhet vid speltillfället. Om man söker värdera spelen ovan mer förutsättningslöst, så är det naturligtvis svårt att bortse från att sannolikheten för vinst i spel 2 ˜ 15,4% medan den är ca 6% i spel 1 och att sannolikheten för en tämligen hög vinst (minst 10 000 kr) är minst 0,8% i spel 1 medan den inte föreligger i spel 2. Det är också svårt att inte anse att någon av dessa omständigheter normalt bör vara avgörande för en som skall spela något av spelen ett begränsat antal ggr.

Först om något av dessa överväganden inte ger utslag tycks det finnas anledning att introducera andra principer för att värdera spelen. Då är utan tvekan principen om att värdera spelen efter deras förväntade vinst mycket attraktiv eftersom den på ett enkelt sätt sammanväger sannolikheter med vinster. Vi kommer också att se i bilaga 5 nedan att det är svårt att konstruera andra principer som kan konkurrera med den.

Till sist kan det finnas anledning att något beröra sannolikheter i klassisk beslutsteori. Som nämndes ovan förutsätter klassisk beslutsteori att varje utfall kan tilldelas en bestämd sannolikhet. Vidare utgörs grunden för sannolikhetstilldelningarna i klassisk beslutsteori i så hög grad av symmetriöverväganden att dessa kan sägas utgöra en del av den. Slutligen förutsätter den klassiska teorin en empirisk hypotes om en approximativ överensstämmelse mellan sannolikheter och relativ frekvens i det långa loppet.

Efter denna genomgång kan vi sammanfatta de karakteristiska dragen hos klassisk beslutsteori:

(i) Den klassiska teorin är tillämpbar på val mellan fullständigt analyserade handlingsalternativ, dvs för varje alternativ är varje konsekvens fullständigt beskriven och varje konsekvens är tilldelad ett numeriskt bestämt utfall.

(ii) Till varje alternativ hör en sannolikhetsfördelning baserad på symmetriövervägganden som tilldelar ett numeriskt bestämt sannolikhets värde till varje alternativ.

(iii) Ett alternativs värde är lika med det förväntade utfallet.

2.2 Modifierad klassisk beslutsteori

2.2.1 Introduktion av värden av utfall

I exemplen i kapitel 1 och 2 såg vi att det var naturligt att först värdera utfallen och därefter värdera handlingsalternativen. Vidare såg vi framförallt i exempel 1 i kapitel 1 att olika patienter inte behövde värdera alternativen på samma sätt. Den klassiska teorin medger inte detta utan den tilldelar värden till handlingsalternativ: den är t ex helt okänslig för spelarens förmögenhet och riskbenägenhet. Formellt sett är denna brist i klassisk beslutsteori lätt avhjälpt. Vi definierar helt enkelt en s k nyttofunktion från utfallen till de reella talen. Denna skall ange det värde som ett givet utfall har för en spelare vid ett tillfälle. I exemplet i avsnitt 2.1 kan vi t ex sätta u(x) = x om 0=x=1000 och u(x) = log10(x)·1000/3 om 1000<x. Som värde av spelen kan vi sedan sätta deras förväntade värde. Spel 2 får då värdet 24/1296·v(3000)+65·1296·v(2000)+110/1296·v(550) ˜ 122,8. En spelare som har ovanstående nyttofunktion bör alltså inte spela spel 2. Däremot bör han spela det spel som ger 202:- med sannolikheten 1295/1296 och 0:- med sannolikheten 1/1296 eftersom dess förväntade värde är ˜ 201,84 > 200. Det senare spelet är dock sämre än spel 2 om man skall spela ett stort antal gånger. Denna situation illustrerar att den s k **utilitetsprincipen**: *ett spels värde för en spelare i en viss situation är lika med dess förväntade värde* bara kan motiveras med hjälp av stora talens lag när nyttofunktionen är linjär dvs har formen ax+b. Nu är det naturligtvis så att många spelare inte har en linjär nyttofunktion. Därför är det naturligt att ställa sig frågan i vilken utsträckning utilitetsprincipen kan motiveras. Detta leder i sin tur osökt över till det mer generella problemet i vilken utsträckning vi alls kan motivera värderingar av handlingsalternativ givet värderingar av utfallen. Detta problem diskuteras tämligen ingående i bilaga 5. Slutsatsen av den diskussionen är att det bästa tillvägagångssättet är att först sortera ut alltför riskabla alternativ och att därefter använda utilitetsprincipen.

2.2.2 Introduktion av sannolikhetsuppskattningar som inte är baserade på symmetriövervägande

Det är rimligt att vi såsom i exemplen i kapitel 1 önskar använda beslutsteoretisk teknik även när vi inte kan motivera sannolikhetsuppskattningar på symmetriövervägande. Ibland har vi som i exempel 1 tillgång till goda data, ibland kan vi som i exempel 2 göra rimlighetsbedömningar som räcker långt och ibland kan vi som i exempel 3 nå resultat även när det finns ett dåligt underlag för att göra sannolikhetsuppskattningar. Det tillvägagångssätt som beskrivs i dessa exempel är dock tämligen ovanligt. Det vanligaste är istället att rent subjektiva numeriskt precisa gissningar införs när det inte finns ett underlag för att göra precisa sannolikhetsuppskattningar. Det lockande med det tillvägagångssättet är naturligtvis att vi kan använda den klassiska tekniken inom en mängd nya områden. Det betänkliga är dock i första hand att prognosvärdet av de subjektiva sannolikhetsuppskattningarna är tämligen begränsat. Trots detta har subjektiva sannolikheter vunnit insteg även i ingenjörssammanhang i Sverige, se t ex Ageskog et al (1998), Alén (1998), Frantzich (1998), Hintze (1994), Isaksson (1998) och Sturk (1998). Det finns därför anledning att ägna ett visst utrymme åt en närmare diskussion av subjektiva sannolikheter. En sådan diskussion återfinns i Malmnäs (2001).

3 Hypermjuk beslutsteori

I hypermjuk beslutsteori tillåts såväl numeriskt oprecisa som vaga sannolikhetsuppskattningar och värdeomdömen. Den huvudsakliga grunden för att tillåta sådana utsagor är att det inte alltid är rimligt att avge precisa omdömen. Detta illustreras väl av exemplen i kapitel 1. I dessa exempel ser vi också att vi inte alltid behöver göra precisa uppskattningar för att träffa val. Denna insikt kan vi sedan försöka använda för att introducera ett beslutsteoretiskt synsätt inom områden där det inte förekommit än. Den hittills viktigaste användningen har skett inom kärnavfallsområdet där kärnavfallsfrågan får en mycket tydligare struktur om den behandlas med beslutsteoretisk teknik, se Malmnäs (1993, 1993a). Andra studier som påvisar vinster med att introducera ett beslutsteoretiskt synsätt där det inte förekommit tidigare är Elgemyr och Malmnäs (1997), Alonso och Malmnäs (1998) och Malmnäs och Thorbiörnson (2000).

I detta avsnitt skall jag ge en kort allmän beskrivning av HMB som ett verktyg för att behandla beslutsproblem. Läsaren gör förmodligen klokt i att jämföra med problemen i kapitel 1. Andra framställningar av HMB finns i Ekenberg (1994) och Danielson (1997) samt i senare uppsatser av främst Ekenberg.

3.1 Strukturering och matematisk representation

Steg 1 i en beslutsanalys av ett problem består i att söka bestämma problemets karaktär, dvs om det är ett optimeringsproblem, ett valproblem eller ett satisfieringsproblem. Ibland är detta oproblematiskt som i fall 1 (Stenungsund) i kapitel 5 men ibland har inte beslutsfattarna klart för sig hur problemet bör klassificeras, se fall 2 (Liseberg) i kapitel 5. Det är även inte ovanligt att ett ursprungligt optimeringsproblem övergår i ett valproblem eftersom det är kostsamt att generera alternativ. Detta fenomen illustreras av problemet med att finna den bästa dragningen av Botniabanan som tämligen snabbt övergår till ett valproblem mellan ett förhållandevis litet antal alternativ. Ett annat intressant problem är EMU-frågan sedd från den nuvarande regeringens synpunkt. Rimligtvis är det ett optimeringsproblem som består i att välja den lämpligaste tidpunkten och formen för att underställa frågan folkets avgörande.

Steg 2 i en beslutsanalys består i att välja en lämplig ram inom vilket problemet skall lösas. En god illustration till detta utgör kärnavfallsfrågan som dels kan behandlas som ett kärnavfallsproblem dels inom ramen för en strategi för samhällets samlade avfallsproblem och dels som ett trovärdighetsproblem för kraftindustrin. Valet av ram kommer på ett avgörande sätt att påverka vilka strategier som är rimliga.

Steg 3 i en beslutsanalys består i att välja en lämplig tidshorisont inom vilken man bör betrakta konsekvenserna av de olika handlingsalternativen. I fall 1 i kapitel 5 (Stenungsund) är detta tämligen oproblematiskt eftersom det gäller uppförandet av bostadsbebyggelse i anslutning till ett område för petrokemisk industri av riksintresse. I ett sådant fall bör tidshorisonten vara minst 50 år. I andra fall såsom i EMU-frågan år 1997 är det mycket svårare att ange en lämplig tidshorisont, istället får man arbeta med en successiv framskridning kanske lämpligen i femårsperioder, se Elgemyr och Malmnäs (1997).

Steg 4 består i att ange konsekvenserna av de olika handlingsalternativen. Ibland är detta tämligen oproblematiskt som i exempel 1 (kallbrand) i kapitel 1 ibland kan det vara något svårare som i exempel 3 (programspråk) eftersom beslutsfattarna inte direkt tänkt på konsekvenserna utan mer allmänt diskuterat för- och nackdelar med de olika handlingsalternativen. Rent generellt är det viktigt att komma ihåg att detaljeringsgraden i beskrivningen av konsekvenserna inte bör vara högre än att den medger ett val mellan dem. Vi exemplifierar detta genom att ur Malmnäs (1993 sid 125 ff) reproducera en konsekvensbeskrivning av kraftindustrins förslag till strategi t o m 1991 för att omhänderta det svenska kärnavfallet.

3.1.1 En ny konsekvensbeskrivning av strategi 1

1.1. CLAB byggs ut i början av 2000-talet så att upp till 10 000 ton använt bränsle kan förvaras där.

1.2.a. Man beslutar 1999 att arbetet med att planera för byggandet av ett slutförvar upphör tills vidare.

1.2.a.1. Man planerar ca år 2010 att omgående bygga ett slutförvar av KBS-3 typ för ca 7 800 ton bränsle. Planering och byggande bör gå något snabbare än i strategi 1, kapitel 4. Därför bör slutförvaret kunna tas i bruk ca 2030 och förslutas ca 2050.

1.2.a.2. Man planerar att bygga ut CLAB så att upp till 15 000 ton använt bränsle kan förvaras där eller att bygga ett nytt torrt mellanförvar.

1.2.a.3. Man planerar att upparbeta bränslet för att använda det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer.

1.2.b. Lokaliseringsansökan enligt naturresurslagen (1987:12) inlämnas till regeringen 2003.

1.3.a. Man beslutar 2010 att arbetet med att planera för byggandet av ett slutförvar upphör tillsvidare.

1.3.a.1. Man planerar att bygga ut CLAB så att upp till 15 000 ton använt bränsle kan förvaras där eller att bygga ett nytt torrt mellanförvar.

1.3.a.2. Man planerar att upparbeta bränslet för att använda det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer.

1.3.b. Ett slutförvar börjar byggas 2010.

1.4.a. Man beslutar 2015 att arbetet med att bygga ett slutförvar upphör tillsvidare.

1.4.a.1. Man planerar att bygga ut CLAB så att upp till 15 000 ton använt bränsle kan förvaras där eller att bygga ett nytt torrt mellanförvar.

1.4.a.2. Man planerar att upparbeta bränslet för att använda det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer.

1.4.b. En behandlingsstation för inkapsling av använt bränsle börjar byggas omkring 2015 och tas i drift 2020. Den dimensioneras för en tillverkning av ca 210 kapslar/år (se SKB 1992a s 12ff).

1.5.a. Man beslutar 2025 att deponeringen i det givna slutförvaret upphör tillsvidare.

1.5.a.1. Man planerar att bygga ut CLAB så att upp till 15 000 ton använt bränsle kan förvaras där eller att bygga ett nytt torrt mellanförvar.

1.5.a.2. Man planerar att upparbeta bränslet för att använda det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer.

1.5.b. Bränslet börjar deponeras i slutförvaret 2020 och ca 7 800 ton placeras där t o m 2040.

1.6. Allt använt bränsle är placerat i ett djupförvar 2040.

1.7. Endast en del av bränslet är placerat i ett djupförvar 2040.

1.8.a. Det givna förvaret rymmer upp till 10 000 ton använt bränsle.

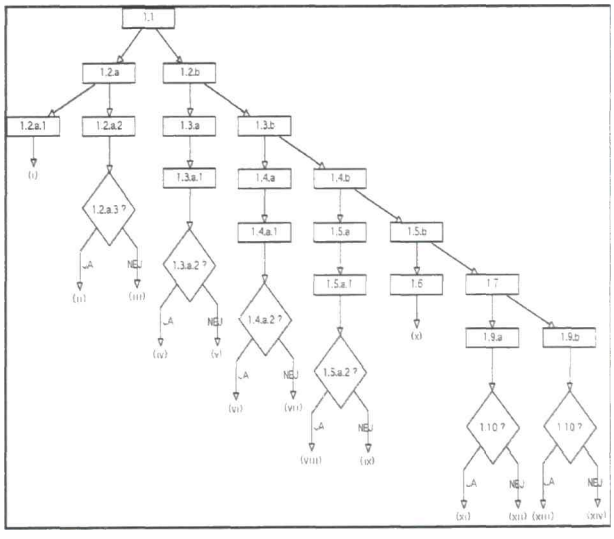
1.8.b.x. Det givna förvaret rymmer upp till 10 000 + x ton använt bränsle.

1.9.a. Ett nytt djupförvar står färdigt 2050.

1.9.b. Inget nytt djupförvar byggs utan resten av det använda bränslet mellanlagras.

1.10. Det blir angeläget att upparbeta bränslet för att använda en del av det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer.

För att se strukturen tydligare kan det vara lämpligt att beskriva dem på följande sätt:



Utfallen representeras alltså av följande trådar:

(i) 1.1. → 1.2.a. → 1.2.a.1.

(ii) 1.1. → 1.2.a. → 1.2.a.2.→ 1.2.a.3.

(iii) 1.1. → 1.2.a. → 1.2.a.2.→ inte 1.2.a.3.

(iv) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.a. → 1.3.a.1.→ 1.3.a.2.

(v) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.a. → 1.3.a.1.→ inte 1.3.a.2.

(vi) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.a. → 1.4.a.1.→ 1.4.a.2.

(vii) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.a. → 1.4.a.1.→ inte 1.4.a.2.

(viii) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.b.→ 1.5.a. → 1.5.a.1.→ 1.5.a.2.

(ix) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.b.→ 1.5.a. → 1.5.a.1.→ inte 1.5.a.2.

(x) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.b.→ 1.5.b.→ 1.6.

(xi) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.b.→ 1.5.b.→ 1.7.→ 1.9.a.→ 1.10.

(xii) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.b.→ 1.5.b.→ 1.7.→ 1.9.a.→ inte 1.10.

(xiii) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.b.→ 1.5.b.→ 1.7.→ 1.9.b.→ 1.10.

(xiv) 1.1. → 1.2.b. → 1.3.b. → 1.4.b.→ 1.5.b.→ 1.7.→ 1.9.b.→

För andra exempel på beslutsträd, se t ex Johansson (1999). Allmänt kan ett beslutsträd representeras av en ändlig mängd av följder av naturliga tal. Mer precist är ett *träd* en ändlig mängd A av ändliga följder av naturliga tal sådan att (i) A innehåller precis en följd av minimal längd och (ii) om $(s_1,\ldots,s_{n-1},s_n)$ ingår i A, så är $(s_1,\ldots,s_{n-1},s_n)$ det element i A som har minimal längd eller så ingår $(s_1,\ldots,s_{n-1})$ i A. Om $(s_1,\ldots,s_{n-1})$ och $(s_1,\ldots,s_{n-1},s_n)$ ingår i ett träd A, så är $(s_1,\ldots,s_{n-1},s_n)$ en *omedelbar efterföljare* till $(s_1,\ldots,s_{n-1})$. Om $(s_1,\ldots,s_n)$ är ett element i ett träd A som saknar omedelbara efterföljare i A, så är $(s_1,\ldots,s_n)$ ett *löv* i A.

Steg 5 består i att ange hur sannolika de olika konsekvenserna är och grunderna för dessa sannolikhetsuppskattningar. Ibland kan vi använda befintlig statistik (exemplet kallbrand) i kapitel 1 men ofta är vi hänvisade till mer eller mindre osäkra bedömningar. I sådana lägen kan vi ibland göra direkta rimlighetsbedömningar, se Monty Hall i kapitel 1, men ibland måste vi arbeta mer indirekt på så sätt att vi söker bedöma vad som talar för att en viss konsekvens inträffar och vad som talar emot det. Ett sådant förfaringssätt används genomgående i Malmnäs (1993). Som en illustration återger vi därför sannolikhetsuppskattningarna där för konsekvenserna av strategi 1.

3.1.2 CLAB byggs ut i början av 2000-talet så att upp till 10 000 ton använt bränsle kan förvaras där

Det planeras för detta idag, och inget har framkommit som tyder på att det inte kommer att ske. Sannolikheten för händelsen **1.1.** är alltså ett.

1.2.a. Man beslutar 1999 att arbetet med att planera för byggandet av ett slutförvar upphör tillsvidare

SKB:s inriktning är sedan länge att bygga ett slutförvar så snabbt som det är tekniskt lämpligt, och det är ingen tillfällighet som gjort att SKB tolkat regeringens beslut 1990 att SKB borde överväga att låta ett demonstrationsförvar ingå som en etapp i byggandet på ett slutförvar (se SKB 1992c sid 12) så att man i det senaste FUD-programmet föreslagit en tidigareläggning av de tyngsta investeringarna. Vidare har SKB:s målmedvetna arbete lett till mycket beröm utomlands (se t ex IEA 1992 sid 324) eftersom den dominerande uppfattningen är att kärnkraftens trovärdighet kräver att avfallsfrågan löses, dvs att åtminstone demonstrationsanläggningar byggs (IEA 1992 sid 49). Avfallsfrågan har ju även i Sverige sedan diskussionen om villkorslagen ansetts viktig för kärnkraftens trovärdighet, ja stundom även överskuggat risken för reaktorhaverier som den största faran med kärnkraften (se t ex Sundqvist 1991). Den nuvarande regeringen tycks också anse att SKB:s tidplan skall gälla:

> Forskningen och utvecklingen inom kärnavfallsområdet har nu kommit in i en ny fas. Delar av forskningsresultaten skall snart omsättas i praktisk handling. Den process som leder fram till val av plats för slutförvar av använt kärnbränsle samt långlivat och högaktivt kärnavfall har påbörjats. Prop 1991/92:99 sid 12.

Dessutom pekar nedläggningen av SKN som självständig myndighet naturligtvis i den riktningen. Prognosvärdet av detta är dock något osäkert eftersom Riksdagen inte var enig i frågan. En annan faktor som kan ställa till bekymmer är om själva platsvalet kommer att leda till starka lokala protester och till aktioner som försvårar platsvalsundersökningarna. I ett sådant läge kan Regeringen mycket väl välja att skjuta upp beslutet att bygga ett slutförvar.

Sammanfattning

I normalfallet är händelsen **1.2.a.** mycket osannolik, i synnerhet som vi i kapitel 4 (se sid 109) kom fram till att sannolikheten för scenario **II.1.** (Den officiella politiken fram till år 1999 är att kärnkraften skall vara avvecklad senast 2010.) är ganska hög. En varning måste dock utfärdas för

att platsvalsundersökningarna kanske inte kommer att kunna genomföras så smärtfritt som man tänkt sig.

1.2.a.1. Man planerar ca år 2010 att omgående bygga ett slut-förvar av KBS-3 typ för ca 7 800 ton bränsle. Planering och byggande bör gå något snabbare än i strategi 1, kapitel 4. Därför bör slutförvaret kunna tas i bruk ca 2030 och förslutas ca 2050

Händelsen **1.2.a.1.** förutsätter scenario **I.** i kap 4, dvs att kärnkraften i Sverige är avvecklad senast 2010 och händelsen **1.2.a.** ovan. Eftersom vi kommit fram till att händelsen **1.2.a.** är mycket osannolik, så är **1.2.a.1.** det också. Vidare kom vi i kap 4 fram till att scenario I. är mycket osannolikt (se sid 108f). Alltså är även sannolikheten för **1.2.a.1.** givet händelsen **1.2.a.** mycket låg.

1.2.a.2. Man planerar att bygga ut CLAB så att upp till 15 000 ton använt bränsle kan förvaras där eller att bygga ett nytt torrt mellanförvar

1.2.a.3. Man planerar att upparbeta bränslet för att använda det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer

Händelserna **1.2.a.2.** och **1.2.a.3.** förutsätter scenario **II.** i kap 4, d v s att kärnkraften i Sverige fortsätter efter 2010 och händelsen **1.2.a.** ovan. Eftersom vi kommit fram till att händelsen **1.2.a.** är mycket osannolik, så är händelserna **1.2.a.2.** och **1.2.a.3.** det också. Däremot kom vi i kap 4 fram till att scenario **II.** är mycket sannolikt (se sid 108f) och att scenario **III.** eller **IV.** (bridreaktorer eller reaktorer med protonacceleratorer introduceras kommersiellt senast 2050-2060) också är det (se sid 114). Alltså är sannolikheten för var och en av händelserna **1.2.a.2.** och **1.2.a.3.** givet händelsen **1.2.a.** mycket hög.

1.2.b. Lokaliseringsansökan enligt naturresurslagen (1987:12) inlämnas till regeringen 2003

Eftersom vi har kommit fram till att sannolikheten för händelsen **1.2.a.** är mycket låg, så är sannolikheten för **1.2.b.** mycket hög.

1.3.a. Man beslutar 2010 att arbetet med att planera för byggandet av ett slutförvar upphör tillsvidare

Händelsen **1.3.a.** förutsätter scenario **II.**, dvs att kärnkraften i Sverige fortsätter efter 2010. Vidare bör den officiella politiken ha ändrats år 2010 så att den tillåter en nybyggnad, eftersom säkerhetsskäl så starkt talar för det. Dessutom har utvecklingen av bridreaktorer i Japan förmodligen kommit ganska långt och vi vet år 2010 mycket mer om transmutationsteknikens möjligheter än år 1999. Dessutom har ett av de viktigaste motiven för

SKB att verka för en snabb deponering upphört. Flera av de faktorer som medverkade till att händelsen **1.2.a.** idag (juni 1993) framstår som mycket osannolik kommer alltså inte att föreligga. Å andra sidan är det inte lätt att finna omständigheter som ger att sannolikheten för händelsen **1.3.a.** givet scenario **II.** är hög. Tills vidare låter vi därför sannolikheten för **1.3.a** givet scenario **II.** vara mycket osäker.

1.3.a.1. Man planerar att bygga ut CLAB så att upp till 15 000 ton använt bränsle kan förvaras där eller att bygga ett nytt torrt mellanförvar

1.3.a.2. Man planerar att upparbeta bränslet för att använda det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer

Händelserna **1.3.a.1.** och **1.3.a.2.** förutsätter händelsen **1.3.a.** och scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Därför är sannolikheten för var och en av händelserna **1.3.a.1.** och **1.3.a.2.** givet scenario **II.** mycket osäker. Däremot är sannolikheten för var och en av **1.3.a.1.** och **1.3.a.2.** givet händelsen **1.3.a.** mycket hög eftersom sannolikheten för scenario **III.** eller **IV.** (bridreaktorer eller reaktorer med protonacceleratorer introduceras kommersiellt senast 2050-2060) är mycket hög.

1.3.b. Ett slutförvar börjar byggas 2010

Händelsen **1.3.b.** förutsätter att inte **1.3.a.** Däremot är **1.3.b.** till skillnad från **1.3.a.** förenlig med såväl scenario **I.** (kärnkraften i Sverige är avvecklad senast år 2010) som scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Därför är sannolikheten för händelsen **1.3.b.** lika med sannolikheten för **1.2.b.** och **II.** och inte **1.3.a.** + sannolikheten för **1.2.b.** och **I.**

1.4.a. Man beslutar 2015 att arbetet med att bygga ett slutförvar upphör tillsvidare

Händelsen **1.4.a.** förutsätter händelsen **1.3.b.** och scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Det som skiljer sig i förhållande till läget år 2010 är att man nu enligt tidplanen för strategi 1 skall bygga inkapslingsstationen för det använda bränslet. Man står alltså inför en mycket kostsam investering som kan visa sig vara helt onödig, ja t o m skadlig. När? Ja det beror i första hand på hur snabbt utvecklingen av bridreaktorer och reaktorer med protonacceleratorer går. Sannolikheten för händelsen 1.4.a. givet händelsen 1.3.b. och scenario II. är därför inte alltför låg.

1.4.a.1. Man planerar att bygga ut CLAB så att upp till 15 000 ton använt bränsle kan förvaras där eller att bygga ett nytt torrt mellanförvar

1.4.a.2. Man planerar att upparbeta bränslet för att använda det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer

Händelserna **1.4.a.1.** och **1.4.a.2.** förutsätter händelsen **1.4.a.** Eftersom sannolikheten för scenario **III.** eller **IV.** (bridreaktorer eller reaktorer med protonacceleratorer introduceras kommersiellt senast 2050-2060) är mycket hög (se sid 114), så är sannolikheten för var och en av händelserna **1.4.a.1.** och **1.4.a.2.** givet **1.4.a.** mycket hög.

1.4.b. En behandlingsstation för inkapsling av använt bränsle börjar byggas omkring 2015 och tas i drift 2020. Den dimensioneras för en tillverkning av ca 210 kapslar/år (se SKB 1992a sid 12ff)

Händelsen **1.4.b.** förutsätter att inte **1.4.a.** Däremot är **1.4.b.** till skillnad från **1.4.a.** förenlig med såväl scenario **I.** (kärnkraften i Sverige är avvecklad senast år 2010) som scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Därför är sannolikheten för **1.4.b.** lika med sannolikheten för **1.3.b.** och **II.** och inte **1.4.a.** + sannolikheten för **1.3.b.** och **I.**

1.5.a. Man beslutar 2025 att deponeringen i det givna slutförvaret upphör tillsvidare

Händelsen **1.5.a.** förutsätter händelsen **1.4.b.** och scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). År 2025 har utvecklingen av bridreaktorer eller reaktorer med protonacceleratorer troligen kommit så långt att en fortsatt deponering av använt kärnbränsle inte är aktuell. Sannolikheten för **1.5.a.** givet **1.4.b.** och scenario **II.** är alltså hög.

1.5.a.1. Man planerar att bygga ut CLAB så att upp till 15 000 ton använt bränsle kan förvaras där eller att bygga ett nytt torrt mellanförvar

1.5.a.2. Man planerar att upparbeta bränslet för att använda det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer

Händelserna **1.5.a.1.** och **1.5.a.2.** förutsätter händelsen **1.5.a**. Eftersom sannolikheten för scenario **III.** eller **IV.** (bridreaktorer eller reaktorer med protonacceleratorer introduceras kommersiellt senast 2050-2060) är mycket hög (se sid 114), så är sannolikheten för var och en av händelserna **1.5.a.1.** och **1.5.a.2.** givet **1.5.a.** mycket hög.

1.5.b. Bränslet börjar deponeras i slutförvaret 2020 och ca 7 800 ton placeras där t o m 2040

Händelsen **1.5.b.** förutsätter att inte **1.5.a.** Däremot är **1.5.b.** till skillnad från **1.5.a.** förenlig med såväl scenario **I.** (kärnkraften i Sverige är avvecklad senast år 2010) som scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Därför är sannolikheten för **1.5.b.** lika med sannolikheten för **1.4.b.** och **II.** och inte **1.5.a.** + sannolikheten för **1.4.b.** och **I.**

1.6. Allt använt bränsle är placerat i ett djupförvar 2040

Händelsen **1.6.** förutsätter händelsen **1.5.b.** och scenario **I.** (kärnkraften i Sverige är avvecklad senast år 2010). Alltså är sannolikheten för händelsen **1.6.** mycket låg. Däremot är sannolikheten för **1.6.** givet **1.5.b.** och scenario **I.** nästan ett.

1.7. Endast en del av bränslet är placerat i ett djupförvar 2040

Händelsen **1.7.** förutsätter händelsen **1.5.b.** och scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Eftersom sannolikheten för **1.5.b.** är låg, så är sannolikheten för **1.7.** också låg. Däremot är sannolikheten för **1.7.** givet **1.5.b.** och scenario **II.** nästan ett.

1.8.a. Det givna förvaret rymmer upp till 10 000 ton använt bränsle

1.8.b.x. Det givna förvaret rymmer upp till 10 000 + x ton använt bränsle

Händelserna **1.8.a.** och **1.8.b.x.** förutsätter händelsen **1.5.b.** och scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Alltså är sannolikheten för **1.8.a.** eller **1.8.b.x.** låg. För en diskussion av sannolikheterna för dessa händelser givet händelsen **1.5.b.** och scenario **II.**, se sid 117.

1.9.a. Ett nytt djupförvar står färdigt 2050

1.9.b. Inget nytt djupförvar byggs utan resten av det använda bränslet mellanlagras

Händelserna **1.9.a.** och **1.9.b.** förutsätter händelsen **1.5.b.** och scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Alltså är sannolikheten för **1.9.a.** eller **1.9.b.** låg. Vidare är sannolikheten för **1.9.a** givet händelsen **1.5.b.** och scenario **II.** mycket låg och sannolikheten för **1.9.b** givet händelsen **1.5.b.** och scenario **II.** mycket hög, eftersom sannolikheten för scenario **III.** eller **IV.** (bridreaktorer eller reaktorer med protonacceleratorer introduceras kommersiellt senast 2050-2060) är mycket hög.

1.10. Det blir angeläget att upparbeta bränslet för att använda en del av det i bridreaktorer eller i reaktorer med protonacceleratorer

Händelsen **1.10.** förutsätter händelsen **1.5.b.** och scenario **II.** (kärnkraften fortsätter i Sverige efter år 2010). Alltså är den obetingade sannolikheten för **1.10.** låg. Däremot är den betingade sannolikheten för **1.10.** givet händelsen **1.5.b.** och scenario **II.** mycket hög, eftersom sannolikheten för scenario **III.** eller **IV.** (bridreaktorer eller reaktorer med protonacceleratorer introduceras kommersiellt senast 2050-2060) är mycket hög.
Dessa uppskattningar som företogs i samråd med Nils Rydell, forskningschef vid f d SKN, illustrerar även att det för många beslutsfattare är naturligt

att avge vaga sannolikhetsomdömen och att även steget till intervall kan vara stort. Detta gäller i hög grad för sannolikhetsuppskattningarna i exempel 3 (programspråk) i kapitel 1: sektionen hade mycket lätt att komma överens om de kvalitativa sannolikhetsuppskattningarna medan de angivna intervallen bestämdes efter förhållandevis långa diskussioner. Denna omständighet är av stor vikt vid användning av beslutsteoretisk teknik eftersom vi inte kan hoppas på att ge en exakt matematisk representation av vaga utsagor. I ett sådant läge förordar HMB att man använder tillräckligt stora intervall. Teoretiskt sett kan det gå till på följande sätt. Antag att en beslutsfattare ansett att en händelse H är tämligen sannolik. Då måste han gå med på att $0<P(H)<1$. Be honom därefter välja alla tal 0, 0.1, 0.2 et c som är mindre resp större än P(H). Om han kan träffa ett sådant val utan att motsäga sig själv, så kan man gå vidare med serien 0, 0.05, 0.1 et c. Om han motsäger sig själv, så bör man förklara det för honom och därefter eventuellt ge upp försöket. Märk att förfarandet lika väl kan användas med en grupp av beslutsfattare. För ett tämligen utförligt förslag till matematisk representation, se Danielson (1997).

Steg 6 består i att söka värdera konsekvenserna och att därefter representera dessa värderingar matematiskt. Ibland är det nödvändigt att värdera utfallen från olika aspekter: i kärnavfallsfrågan har t ex säkerhet och strålskydd på lång sikt varit en viktig aspekt och ekonomi en annan inte helt oviktig aspekt. Införandet av aspekter leder naturligtvis till komplikationer eftersom vi först skall värdera handlingsalternativen utifrån de givna aspekterna och därefter företa en sammanvägning. Denna komplikation skall dock inte överdrivas eftersom jag misstänker att många beslutsproblem inte är genuina sammanvägningsproblem utan istället har karaktären av att man önskar välja det alternativ som är bäst i ett avseende, säg ekonomi, under restriktionen att det inte är alltför dåligt i några av de andra beaktade avseendena. För ett ex på ett sådant val, se Tjörns kommuns beslut av den 7/6 1999 i fall 4 (Skärhamn) i kap 5.

Beträffande matematisk representation av värdeutsagor liknar den representationen av sannolikhetsutsagor. Resultatet blir således ett system av likheter och olikheter som liknar systemen i exempel 1 och 3 i kap 1.

Resultatet av denna representation kallas för en matematisk *beslutsram*. Den kan beskrivas som en struktur $(a_1,\ldots,a_n, T_1,\ldots,T_n, S(\mathbf{p}), U(\mathbf{v}))$ där $a_1,\ldots,$an är handlingsalternativen, $T_1,\ldots,T_n$ beslutsträden, $S(\mathbf{p})$ de likheter och olikheter som representerar sannolikhetsutsagorna och U(v) motsvarande likheter och olikheter som representerar värdeutsagorna. $\mathbf{p}$ **(v)** är följden $P(s_1),\ldots,P(s_k)$ $(V(s_1),\ldots,V(s_k))$ med si ett element i något träd T_j. Vi tänker oss att alla noder har sannolikhet större än 0, att alla förgreningar anger ett utfallsrum och att alla värden ligger mellan 0 och 1. $S(\mathbf{p})$ och $U(\mathbf{v})$ kallas *sannolikhets-* resp. *värdedelen* i en beslutsram.

3.2 Satisfierbara beslutsramar

En beslutsram F är *satisfierbar* om det finns en representation (a_1,…,a_n, T_1,…,T_n, B(**p**), B(**v**)) av F sådan att B(**p**) och B(**v**) har en lösning P, V i **p, u.** Om en beslutsram är satisfierbar, så innehåller den inte utsagor som motsäger varandra. Vidare kan osäkerheterna tolkas som sannolikheter. Slutligen kan värdeutsagorna tolkas enligt en gemensam skala. Formellt sett är det allt som krävs för att vi även i HMB skall kunna använda de värderingar som utvecklats inom klassisk beslutsteori. Poängen med att använda HMB är dock att avvika så lite som möjligt från beslutsfattarens intentioner. För att säkerställa detta behöver vi ett innehållsrikare begrepp än satisfierbarhet, förslagsvis reguljär satisfierbarhet. En beslutsram F är *reguljärt satisfierbar* om det finns en rimlig representation (a_1,…,a_n, T_1, T_n, B(**p**), B(**v**)) av F som är reguljärt satisfierbar. Här är (a_1,…,a_n, T_1,…,T_n, B(**p**), B(**v**)) reguljärt satisfierbar om det gäller för varje utsaga a = S(**p**)(U(**v**)) = b som representerar en sats i F och för varje tal c i [a, b] att B(**p**) och B(**v**) har en lösning **p, u** sådan att S(**p**) = c (U(**v**) = c). Vidare är (a_1,…,a_n, T_1,…,T_n, B(**p**), B(**v**)) en rimlig representation av F om det gäller för varje utsaga a = S(**p**)(U(**v**)) = b som representerar en utsaga S' i F att [a, b] är rimligt i förhållande till S'.

Kommentar. Ovanstående begrepp reguljärt satisfierbar motiveras av att en beslutsfattares sannolikhets- och värdeuppskattningar i många fall är lokala och inte t ex relaterade till ett utfallsrum.

3.3 Icke satisfierbara beslutsramar

Om (a_n,…,a_n, T_1,…,T_n, B(**p**), B(**v**)) inte är satisfierbar, så är någon av B(**p**) eller B(**v**) inte satisfierbar. Vi behandlar dessa fall separat.

(i) En icke satisfierbar sannolikhetsdel

Om B(**p**) inte är satisfierbar, så kan vi på olika sätt successivt utvidga intervallen i B(**p**) så att vi får en satisfierbar sannolikhetsdel som är satisfierbar och som i stort sett avviker från B(**p**) så lite som möjligt. Om vi inte får en satisfierbar sannolikhetsdel genom att utvidga intervallen, så kan inte sannolikhetsutsagorna i den ursprungliga ramen tolkas som genuina sannolikhetsutsagor. Hur man då bör förfara vet jag inte.

(ii) En icke satisfierbar värdedel

Om B(**v**) inte är satisfierbar, så kan vi som i fall (i) successivt utvidga intervallen så att vi får en satisfierbar värdedel som ligger så nära B(**v**) som möjligt. Om det inte finns en sådan värdedel, så kan inte värdeutsagorna i den ursprungliga ramen representeras i intervallet [0, 1]. Detta torde dock vara så ovanligt att vi inte behöver behandla det. Däremot bör vi notera att den allmänna metod som vi beskrivit ovan ibland bör ersättas med andra

speciella metoder. Vi illustrerar det med ett exempel som ingående har diskuterats av filosofer.

Ett välkänt problem, se t ex Bergström (1991), är att parvisa jämförelser kan ge upphov till cykler; B(v) kan t ex innehålla följande satser: $V(o_i) < V(o_i+1)$, $0 = i = n-1$, $V(o_0) > V(o_n)$. Cykler kan ställa till besvär för en beslutsfattare, i synnerhet om hon som Bergström skall välja mellan utfallen $o_0,\ldots,o_{1000}$. Tillvägagångssättet ovan hanterar cykler så att alla utfall blir lika bra. Dess styrka är förstås dess enkelhet och allmängiltighet. Ibland bör man dock använda andra metoder. Antag t ex att en beslutsfattare B skall välja mellan $o_0,\ldots,o_{1000}$ och att hon har ordnat dem så att $V(o_i) < V(o_j)$, $0 = i < j = 999$, $V(o_i) < V(o_j)$, $1 = i < j = 1000$, $V(o_0) > V(o_{1000})$. Antag även att $V(oi+1)-V(o_i) = V(o_j+1)-V(o_j) = V(o_0)-V(o_{1000})$. Om vi låter N(oi) vara antalet par där o_i är det bästa elementet, så är $N(o_0) = 1$, $N(o_i) = i$ om $1 = i = 999$ och $N(o_{1000}) = 999$. Alltså bör B välja o_{1000} eller o_{999} om hennes val bestäms av N. Men i ett sådant val bör B välja o_{1000}. Om valen istället baseras på parvisa val i cupform utan sidning, så kommer någon av o_{1000}, o_{999} eller o_{998} att vinna. Vidare är sannolikheten för att någon av o_{999} eller o_{998} vinner ungefär 10-3. Alltså leder även cupmetoden till att o_{1000} bör väljas. Både serie- och cupmetoden ger alltså samma utslag i detta fall. B bör således välja o_{1000}. Märk även att funktionen N kan modifieras så att den kan ta hand om svaga olikheter och värdeskillnader. Sätt t ex $N'(o_i) = D(o_i, o_0)+\ldots+D(o_i, o_n)$. Här är $D(o_i, o_j) = -D(o_j, o_i)$ och $-1 = D(o_i, o_j) = 1$. Notera att $D(o_i, o_j)$ inte behöver vara ett tal utan kan vara en variabel med värden i ett intervall. Formellt sett behöver alltså inte cykler utgöra ett stort problem. Å andra sidan kan man hävda ett en beslutsfattare vars värdeutsagor gett upphov till en cykel i första han bör tänka över de givna utsagorna. B bör åtminstone ta ställning till följande principer:

(i) Om $a < b$, så $a < p\cdot a+(1-p)\cdot b$ och $p\cdot a+(1-p)\cdot b < b$, $0 < p < 1$,

(ii) Om $a < b$ och $b < c$, så $b \sim p\cdot a+(1-p)\cdot c$ för något p, $0 < p < 1$,

(iii) Om $a \sim p\cdot b+(1-p)\cdot c$, så $q\cdot a+(1-q)\cdot d \sim q\cdot p\cdot b+q\cdot(1-p)\cdot c+(1-q)\cdot d$, och

(iv) Om $a < p\cdot b+(1-p)\cdot c$ och $p\cdot b+(1-p)\cdot c \sim q\cdot d+(1-q)\cdot e$, så $a < q\cdot d+(1-q)\cdot e$.

'$x \sim y$' utläses 'x och y är lika bra. Här är a, b, c, d utfall och $p\cdot a+(1-p)\cdot b$ är ett lotteri som ger a med sannolikhet p och b med sannolikhet 1-p. Men (i), (ii), (iii), (iv), $o_1 < o_2$, $o_2 < o_3$ och $o_3 < o_1$ ger $o_3 < p\cdot o_2+(1-p)\cdot o_3$ och $p\cdot o_2+(1-p)\cdot o_3 < o_3$ för något p, $0 < p < 1$. B bör alltså kunna argumentera mot någon av ovanstående principer eller ompröva sina tidigare värdeutsagor.

3.4 Värderingsprinciper och beslutsregler i HMB

När vi har en representation av en beslutsram kan vi i HMB använda de värderingar och beslutsregler som formulerats för det klassiska fallet. Avsaknaden av en trogen representation i HMB gör dock att denna användning måste ske med en viss eftertanke. I detta avsnitt behandlas först de

värderingar som användes i exempel 1 i kapitel 1 nämligen kvalitativa värderingar och det förväntade värdet. Därefter behandlas beslutsregler som bygger på extremvärdesjämförelser. Det torde följa av diskussionen i avsnitt 3.4.3 och i bilaga 5 att det inte finns något behov av att införa andra värderingar i HMB än de som används i exempel 1 i kapitel 1.

3.4.1 Kvalitativa värderingar

I många utvärderingar av handlingsalternativ eliminerar man först de alternativ som inte uppfyller vissa krav. När man t ex betraktar olika strategier för att deponera det svenska kärnavfallet avför man på ett tidigt stadium alla strategier som inte uppfyller stränga krav på säkerhet och strålskydd.
En del människor värderar även lotterier på samma sätt: de överväger bara att köpa lotter i lotterier som innehåller tillräckligt höga vinster. En sådan värdering kan beskrivas på följande sätt:

(a) Om p är villig att köpa en lott i lotteriet L, så är sannolikheten i L för en vinst av storleken v tillräckligt hög.

Här är v beroende av p.

Uppgiften är nu att modifiera (a) så att den kan användas i HMB. Utgå från en beslutsfattare_ (koppa), en beslutsram F och en reguljärt satisfierbar representation ($a_1,\ldots,a_n,T_1,\ldots,T_n$, B(**p**), B(**v**)) av F. Då är sannolikheten tillräckligt hög för att Ti medför en vinst av storlek v om det finns en delmängd S_i till mängden av Tis löv och ett passande tal r sådana att P(Si) = r och varje element i S_i ger en vinst av minst storlek v. Här är r beroende av_. För att detta villkor skall vara användbart måste innebörden i '$P(S_i) = r$' och 'utfallet u medför en vinst av minst storlek v' först bestämmas.

Explikation av "P(Si) = r"

Vi har åtminstone följande kandidater:

(i) $P(S_i) = r$ gäller för alla lösningar till B(**p**).

(ii) $P(S_i) = r$ gäller för alla normala lösningar till B(**p**).

(iii) $P(S_i) = r$ gäller för en stor del av alla lösningar till B(**p**).

(iv) $P(S_i) = r$ gäller för någon normal lösning till B(**p**).

(v) $P(S_i) = r$ gäller för någon lösning till B(**p**).

Kommentar

En lösning är normal om den inte innehåller värden alltför nära någon ändpunkt. Om vi beaktar att representationen gynnar något vida intervall, så är (v) för svag och (i) kanske för stark även om det naturligtvis bör noteras när det gäller. Vidare behöver (iii) närmare bestämmas. En möjlighet är att kräva att A:s volym/B:s volym skall vara tillräckligt stor om B är mängden av lösningar till B(**p**) och A mängden av lösningar sådana att $P(S_i) = r$. Om vi emellertid erinrar oss att representationen favoriserar tillräckligt vida intervall och att uppskattningarna är lokala, så är det inte säkert att volymbegreppet är det lämpligaste i detta sammanhang. Nej det framstår

som mer lovande att bestämma (iii) via begreppet *kontraktion*: Antag att [a, b] är det enda icke exakta intervallet i B(**p**) och att [a, b] innehåller en kärna [c, d], dvs att alla värden i [c, d] är lika rimliga. Antag även att e > 0 beror på [a, b]. Då är $[a^1, b^1]$ en *e-kontraktion* av [a, b] om $a = a^1 = a+e = b^1 = b = b^1+e$ och $(b-a)-(b^1-a^1) = e$. Vidare är följden $[a^1, b^1],\ldots,[a^m, b^m]$ där m är det minsta talet k sådant att $c = a^k = b^k = d$ en *likformig e-kontraktionsföljd* till [a, b] om $[a^{j+1},b^{j+1}]$ är en e-kontraktion till $[a^j, b^j]$, $a^1-a = a^{j+1}-a^j$ och $b-b^1 = b^j-b^{j+1}$ för $1 = j < m$. Låt $B^j(\mathbf{p})$ var resultatet av att ersätta [a, b] med $[a^j, b^j]$ i B(**p**) och låt $B^1(\mathbf{p}),\ldots,B^k(\mathbf{p})$ de baser av $B^1(\mathbf{p}),\ldots,B^m(\mathbf{p})$ som är reguljärt satisfierbara. Då gäller $P(S_i) = r$ för en stor del av alla lösningar till B(**p**) om $P(S_i) = r$ gäller för alla lösningar till $B_j(\mathbf{p})$ där j är litet i förhållande till k.

Allmänt: Låt $[a_1,b_1],\ldots,[a_n, b_n]$ vara de icke exakta intervallen i B(**p**) med kärnorna $[c_1, d_1],\ldots,[c_n, d_n]$. Välj $e_i > 0$ och definiera likformiga e_i-kontraktionsföljder $[a_{i1}, b_{i1}],\ldots,[a_{im}, b_{im}]$ för varje i, $1 = i = n$. Låt därefter $B^j(\mathbf{p})$ vara resultatet av att ersätta $[a_1, b_1],\ldots,[a_n, b_n]$ i B(**p**) med $[a_{1j}, b_{1j}],\ldots,[a_{nj}, b_{nj}]$ och $B^1(\mathbf{p}),\ldots,B^k(p)$ de av $B^k(\mathbf{p}),\ldots,B^m(\mathbf{p})$ som är reguljärt satisfierbara. Då gäller $P(S_i) = r$ för *en stor del* av alla lösningar till B(**p**) om $P(S_i) = r$ gäller för alla lösningar till $B_j(\mathbf{p})$ där j är litet i förhållande till k.

Anmärkningar

- Begreppet kontraktion härrör från Mats Danielson, se t ex Danielson (1997). Det är en modifiering av begreppet proportion som återfinns i Ekenberg (1994).
- (ii) bör uppfattas som ett specialfall av (iii).
- Begreppet kärna kan förklaras på följande sätt: Antag att 'utfallet u är sannolikt' är den ursprungliga uppskattningen och att denna har representerats av '0.6 = P(u) = 0.9'. Denna representation innebär att _ anser att nästan alla värden i [0.6, 0.9] men inga värden utanför [0.6, 0.9] är förenliga med den ursprungliga uppskattningen. Detta innebär dock inte att _ behöver anse att alla värden i [0.6, 0.9] är lika rimliga. Nej han kan t ex anse att de rimligaste värdena är de som ligger i [0.65, 0.75]. I så fall är [0.65, 0.75] kärnan till [0.6, 0.9]. Märk att även kärnan är ett icke exakt intervall som kan bestämmas på samma sätt som det ursprungliga intervallet.
- Märk att definitionen ovan lätt kan modifieras om vi istället önskar associera flera kärnor till varje intervall. Vi kan naturligtvis vid behov även betrakta icke likformiga kontraktionsföljder.

Vi kan bestämma innebörden i 'utfallet u ger en vinst av minst storlek v' på samma sätt.

3.4.2 Förväntat värde

Utgå från en representation $R = (a_1,\ldots,a_n,T_1,\ldots,T_n, B(\mathbf{p}), B(\mathbf{v}))$. Då kan förväntat värde anpassas till HMB på något av följande sätt:

$V_1(T_i)$ givet R = infimum $E_{\mathbf{p}, \mathbf{v}}(T_i)$, P,V lösning till $B(\mathbf{p})$, $B(\mathbf{v})$,

$V_2(T_i)$ givet R = supremum $E_{\mathbf{p}, \mathbf{v}}(T_i)$, P,V lösning till $B(\mathbf{p})$, $B(\mathbf{v})$, eller

$$V_3(T_i) \text{ givet } R = \int_{B(\mathbf{p}), B(\mathbf{v})} E_{\mathbf{p}, \mathbf{v}}(T_i)\, d\mathbf{p}d\mathbf{v} \Big/ \int_{B(\mathbf{p}),B(\mathbf{v})} d\mathbf{p}d\mathbf{v}.$$

Här är $E_{\mathbf{p}, \mathbf{v}}(T_i) = P(o^1_i)\cdot V(o^1_i)+\ldots+P(o^m_i)\cdot V(o^m_i)$ och $o^1_i,\ldots,o^m_i$ T_i:s löv. Dessa värderingar är dock alla problematiska om än i varierande grad. Beträffande V_1 och V_2 bör man notera att representationen gynnar något vida intervall och att villkoren i $B(\mathbf{p})$ och $B(\mathbf{v})$ i de flesta fall är linjära. Men i så fall uppnås $V_1(T_i)$ och $V_1(T_i)$ vid gränspunkter. Värdena vid gränspunkterna är dock de som sist av alla bör utgöra en grund för ett beslut. Alltså är V_1 och V_2 i de flesta fall de sämsta tänkbara anpassningarna av förväntat värde till HMB. V_3 är däremot vid första påseende den mest naturliga kandidaten eftersom den är ett medelvärde av medelvärden. Även den är dock något beroende av värden nära gränserna. Vidare kan pålitligheten i de olika sannolikhetsuppskattningarna variera. Slutligen kan sannolikhets- och värdeuppskattningarna skilja sig åt som t ex i exempel 1 och 3 i kapitel 1. Det kan därför vara riskabelt att basera ett beslut enbart på V_3. Det är därför inte helt enkelt att anpassa förväntat värde till HMB. En möjlig utväg är att övergå till vektorvärda värderingar. Då erbjuder sig tre möjligheter:

(i) Man kan bilda en kontraktionsföljd för enbart sannolikhetsbasen,

(ii) Man kan bilda en kontraktionsföljd för enbart värdebasen, eller

(iii) Man kan bilda en kontraktionsföljd för båda baserna.

I teorin behövs alla tre men eftersom (i) hittills har räckt vid de gjorda tillämpningarna nöjer jag mig med att beskriva den. Sätt

$V_1(T_i)$ givet R = ($V_1(T_i)$ givet R1 ,…,$V_1(T_i)$ givet R^k),

$V_2(T_i)$ givet R = ($V_2(T_i)$ givet R1 ,…,$V_2(T_i)$ givet R^k), och

$V_3(T_i)$ givet R = ($V_3(T_i)$ givet R1 ,…,$V_3(T_i)$ givet R^k).

Här är $R = (a_1,\ldots,a_n, T_1,\ldots,T_n, B(\mathbf{p}), B(\mathbf{v}))$ och $R_i = (a_1,\ldots,a_n, T_1,\ldots,T_n, B_i(\mathbf{p}), B(v))$, $1 = i = k$, där $B_1(\mathbf{p}),\ldots,Bk(\mathbf{p})$ är de reguljärt satisfierbara delarna av en kontraktionsföljd $B_1(\mathbf{p}),\ldots,B_m(\mathbf{p})$.

En beslutsfattare kan därefter använda dessa och i synnerhet $V_3(T_i)$ för att jämföra de olika handlingsalternativen med varandra. I specialfall kan vi förfina värderingarna genom att som i exempel 3 i kapitel 1 behandla sannolikhetsbasen separat. Vi kan även komplettera värderingarna ovan genom att betrakta $V_2(T_i - T_j)$ och $V_2(T_j - T_i)$ för alla handlingsalternativ T_i, T_j. Se t ex Malmnäs (1993), Ekenberg (1994) och Danielson (1995).

3.4.3. Beslutsegler som enbart beaktar extremvärden

(i) Ren maximin

Denna regel säger att vi givet en bas B skall välja ett alternativ T_i i B där det sämsta utfallet är så bra som möjligt. M a o skall $Min_B(T_i)$ vara så stort som möjligt. $Min_B(T_i)$ definieras på följande sätt: Låt B = (T_1,...,T_n, S(**p**), U(**v**)) vara en bas och låt V vara en lösning till U(**v**). Sätt $Min_V(T_i)$ = $\min(V(o^1_i),...,V(o^m_i))$ där o^1_i,...,o^m_i är löven i T_i och $Min_B(T_i)$ = infimum $Min_V(T_i)$, V lösning till U(**v**).

(ii) Ren maximax

Denna regel säger att vi givet en bas B skall välja ett alternativ T_i i B där det bästa utfallet är så bra som möjligt. M a o skall $Max_B(T_i)$ vara så stort som möjligt. $Max_B(T_i)$ definieras på följande sätt: Låt B = (T_1,...,T_n, S(**p**), U(**v**)) vara en bas och låt V vara en lösning till U(v). Sätt $Max_V(T_i)$ = $\max(V(o^1_i),...,V(o^m_i))$ där o1i,...,omi är löven i T_i och $Max_B(T_i)$ = supremum $Max_V(T_i)$, V lösning till U(**v**).

Kommentarer:

- Eftersom maximin- och maximaxreglerna inte beaktar sannolikheter kan de i praktiken endast användas som grundläggande värderingsregler i mycket välstrukturerade valsituationer, dvs i valsituationer där man per definition har kontroll över alla handlingsalternativ och över de möjliga konsekvenserna av varje alternativ.
- Eftersom maximinregeln enbart beaktar extremvärden, så kommer den att rangordna lotterier enbart efter lottpriset: ett lotteri som innehåller en miljon lotter, där priset/lott är 100:- och som enbart innehåller en enda vinst om 110:- är t ex bättre än ett lotteri med en miljon lotter, ett lottpris om 150:- och 500 000 vinster om vardera 1 000:-. På motsvarande sätt kommer maximaxregeln att rangordna lotterier enbart efter skillnaden mellan högsta vinsten och lottpriset.

(iii) Modifierade extremvärdesregler

Eftersom maximin och maximax har så uppenbara brister som grundläggande beslutsregler, så är det kanske rimligast att helt föra dem åt sidan. För fullständighetens kan det dock vara lämpligt att först pröva om de kan modifieras så att de värsta bristerna avhjälps. Följande modifieringar framstår därvid som de mest lovande:

(a) Endast utfall med en viss minimisannolikhet beaktas, och

(b) Endast värdeskillnader av en viss minimistorlek beaktas.

Om vi godtar (a) och (b) kan en modifiering av maximin se ut på följande sätt: Låt B = (T_1,...,T_n, S(**p**), U(**v**)) vara en bas, P en lösning till S(**p**) och r ett tal. Då är P en r-lösning till S(**p**) om $\min(P(T_1),...,P(T_n))$ = r. Här är

$P(T_i) = \min(P(o^1_i),\ldots,P(o^m_i))$ där $o^1_i,\ldots,o^m_i$ är löven i T_i. Vidare är basen B r-normal om alla rimliga lösningar till S(**p**) är r-lösningar (se avsnitt 3.4.1 ovan). Utgå alltså från en r-normal bas $B = (T_1,\ldots,T_n, S(\mathbf{p}), U(\mathbf{v}))$, en lösning V till U(**v**) och ett tal s. Låt vidare $Min_B(T_i)$ vara som ovan. Då får vi välja T_i om $Min_B(T_i) = \max(Min_B(T_1),\ldots, Min_B(T_n))$ - s.

Kommentar:

- Modifierad maximax kan definieras helt analogt.
- Istället för modifieringen ovan, så kan vi företa andra modifieringar genom att ersätta 'alla rimliga lösningar' med 'en stor del av lösning arna till' eller med 'någon rimlig lösning till'(se avsnitt 3.4.1 ovan).
- Även modifierad maximin leder till märkliga rangordningar: Om r är 1% och s är 100:- så är ett lotteri med en miljon lotter, ett lottpris om 90:- och en vinst om 110:- bättre än ett lotteri med en miljon lotter, ett lottpris om 200:- och 950 000 vinster om 1 000:-.
- Läsaren bör notera de stora skillnaderna mellan å ena sidan modifierad maximin och maximax och å andra sidan kvalitativa värderingar. De senare är mycket flexiblare eftersom de inte bara beaktar extremvärden. Vidare kan maximin och maximax bara användas för att jämföra befintliga alternativ med varandra medan en kvalitativ värdering kan användas som en kravspecifikation innan alternativen utarbetas.

4 Några alternativ till hypermjuk beslutsteori

I detta kapitel behandlas några kända förslag till beslutsprinciper när man inte har precis en sannolikhetsfördelning. Först behandlas värderingar utvecklade inom statistisk beslutsteori och därefter två förslag utarbetade av filosofer. Syftet med genomgången är att se i vilken utsträckning dessa förslag är användbara. Tyvärr tycks detta inte gälla för något av förslagen.

4.1 Hodges Jr, J.L. och E.L. Lehmann(1952)

I detta pionjärarbete föreslås i första hand följande värdering av handlingsalternativen i en bas $B = (T_1,\ldots,T_n, S(\mathbf{p}), U(v))$. Välj ett tal $s > 0$ och bestäm de alternativ T_i som uppfyller villkoret $MinB(T_i) = \max(Min_B(T_j),\ldots, Min_B(T_n)) - s$. Av dessa alternativ välj s därefter något alternativ T_i där $V_1(T_i)$ givet B är maximalt, se avsnitt 3.4.3 ovan.

Kommentarer:

- Hodges och Lehmann betraktar även en modifiering av steg 1 som kan beskrivas på följande sätt: Låt $B_1,\ldots,B_n$ vara en följd av baser, som genererats av en krympning av sannolikhetsbasen i $B = B_1$, och sätt $s_i > 0$, $1 = i = n$. Välj sedan steg 1 ut de alternativ T_i som uppfyller villkoren $Min_{Bi}(T_i) = \max(Min_{Bi}(T_j),\ldots, Min_{Bi}(T_n)) - s$, $1 = i = n$.
- Svagheterna i Hodges och Lehmanns förslag ligger främst i användningen av en modifierad minimax, se sid 41.

4.2 Blum, J.R., och J. Rosenblatt (1967)

Dessa författare föreslår att värderingen V1(Ti) givet B används, se avsnitt 3.4.2. Detta val förordas även av Jackson, D.A. et al. (1970), Randles, R.H., och M. Hollander (1971), Solomon, D.L. (1972) och Kofler, E. och G. Menges (1976, sid 140). Bristerna i Blum och Rosenblatts förslag har redan behandlats i avsnitt 3.4.2.

4.3 Watson, S.R. (1974)

Watson föreslår följande modifiering av Blum och Rosenblatts förslag: Utgå från en bas $B = (T_1,\ldots,T_n, S(\mathbf{p}), U(v))$. Sätt $V_{3,\,P}(T_i)$ givet $B = \int_{U(v)} EP,\, V(T_i)\, dv$ där P är en lösning till $S(\mathbf{p})$.

Låt T_j vara optimal givet $V_{3,\,P}$ och T_k optimal givet $V_{3,\,P'}$ där P' också är en lösning till $S(\mathbf{p})$. Sätt vidare $L(P, P, k) = V_{3,\,P}(T_j) - V_{3,\,P'}(T_k)$ och $L(P', P) = \max L(P', P, k)$, Tk optimal givet $V_{3,P'}$

Sätt slutligen M(P') = supremumL
(P', P), P lösning till S(**p**) och välj en strategi som är optimal givet $V_{3,P''}$ där P'' minimerar M.

Kommentarer:

- Grunden för Watsons förslag är att vi bör söka minimera den maximala förlust som vi kan göra genom att basera ett beslut på ett felaktigt värde av P, P lösning till S(**p**).
- Watsons förslag kan modifieras så att vi utgår från någon av $V_{1,P}$ eller $V_{2,P}$ istället för $V_{3,P}$
- Bristerna i Watsons förslag är desamma som i Blum och Rosenblatts förslag (se avsnitt 3.4.2).

4.4 Levi (1974)

Levi avviker från huvudfåran i så motto att han inte söker rangordna alternativen utan istället väljer att successivt inskränka mängden av tillåtna alternativ. Mer precist går han tillväga på följande sätt: Utgå liksom tidigare från en bas B = (T_1,...,T_n, S(**p**), U(**v**)). Då gäller följande:

(a) Ett alternativ T_i är **E-tillåtet** om det finns en lösning P,V till S(**p**), U(**v**) sådan $E_{P,V}(T_i) = E_{P,V}(T_j)$, för alla j, 1 = j = n.

(b) Ett alternativ T_i är **P-tillåtet** om det är E-tillåtet och är optimalt ifråga om att bevara de E-tillåtna alternativen.

(c) Ett alternativ T_i är **S-tillåtet** om det är P-tillåtet och det finns en lösning V till U(**v**) sådan $Min_V(T_i) = Min_V(T_j)$ (se avsnitt 3.4.3), för alla j, 1 = j = n.

Kommentarer:

- Märk att ett E-tillåtet alternativ inte behöver vara tillåtet$_{VV}$: Om vi t ex har två alternativ T_1 och T_2, så kan det gälla att $E_{P,V}(T_1) > E_{P,V}(T_2)$ för nästan alla lösningar P,V till S(**p**), U(**v**) men att $E_{P,V}(T_1) = E_{P,V}(T_2)$ gäller för några punkter på randen. Då är T_1 och T2 båda E-tillåtna fast $T_1 >_{VV} T_2$. Låt t ex T_1 och T_2 vara sådana att båda har konsekvenserna k_1 eller k_2 där V(k1) > V(k_2). Sätt p_1 = sannolikheten för k_1, om T_1 väljs och p_3 = sannolikheten för k1, om T2 väljs. Antag vidare att $p_1 = 0{,}5$ och att $p_3 = 0{,}5$. Då är $E_{P,V}(T_1) > E_{P,V}(T_2)$ om $p_1 > 0{,}5$ eller $p_3 < 0{,}5$ och $E_{P,V}(T1) = E_{P,V}(T_2)$ om $p_1 = 0{,}5$ och $p_3 = 0{,}5$. Levi's förslag tycks alltså vara alltför liberalt här.

- Levi's motivering för (b) är att om det finns ett E-tillåtet alternativ T_3 som innebär att man skjuter upp ett val mellan två E-tillåtna alternativ T_1 och T_2, så bör man välja T_3 snarare än någon av T_1 eller T_2. På så sätt bevarar man nämligen sin handlingsfrihet så länge som möjligt. Eftersom vi här huvudsakligen behandlar deliberativa beslut och inte

beslut som måste fattas med mycket kort varsel, så kommer slumpblandningar mellan givna strategier att vara naturliga kandidater som sådana alternativ. En **slumpblandning** mellan $T_1,\ldots,T_n$ är här ett alternativ som innebär att vi först utför någon form av slumpexperiment vars utfall är $T_1,\ldots,T_n$ och därefter väljer det alternativ som slumpexperimentet resulterar i. En sådan slumpblandning kan betecknas med $(S'(p_1,\ldots,p_n), Tp_1,\ldots,Tp_n)$ där $S'(p_1,\ldots,p_n)$ är en satisfierbar sannolikhetsbas och pi är sannolikheten för att slumpexperimentet resulterar i T_n. I de flesta fall har denna bas precis en lösning, dvs $p_1,\ldots,p_n$ kan uppfattas som bestämda tal. Vidare säger vi att $(S'(p_1,\ldots,p_k), Tp_1,\ldots,Tp_k)$ är en **äkta slumpblandning** om $k > 1$ och det följer från $S'(p_1,\ldots,p_n)$ att $0 < p_i$, $1 = i = k$.

För Levi är det alltså naturligt att slumpblandningar ingår i basen, ja egentligen att alla slumpblandningar ingår i den. Eftersom vi här endast behandlar ändliga baser tänker vi oss att vi istället kan approximera denna ideala bas med en tillräckligt stor ändlig bas.
M a o tänker vi oss att basen innehåller ett antal grundläggande alternativ, säg $T_1,\ldots,T_n$, och därutöver en ändlig **ε-mängd $M(T_1,\ldots,T_n)$** av slumpblandningar för något tal
$\varepsilon > 0$. Här är $M(T_1,\ldots,T_n)$ en ε-mängd om det gäller för varje slumpblandning $(Tp_1,\ldots,Tp_n)$ att det finns en slumpblandning $(Tq_1,\ldots,Tq_n)$ i $M(T_1,\ldots,T_n)$ sådan att
$\max(|p_1-q_1|,\ldots,|p_n-q_n|) < \varepsilon$.

Det är nu naturligt att fråga sig när äkta slumpblandningar av E-tillåtna alternativ själva är E-tillåtna. Antag först att $T_1,\ldots,T_n$ är de E-tillåtna alternativen och att ingen äkta slumpblandning av en delmängd av dem är E-tillåten. Fixera en lösning V_0 till $U(\mathbf{v})$ och låt P_S vara mängden av lösningar till $S(\mathbf{p})$. Sätt $P_S^i = \{P \mid E_{P,V_0}(T_i) > E_{P,V_0}(T_j)$ för alla $j \neq i\}$. Enligt förutsättningarna är $P_S = P_S^1 \cup\ldots\cup P_S^n$. Vidare är $P_S^i \neq \varnothing$ och öppen för $1 = i = n$. Om $n = 2$, så består lösningsmängden alltså av ett antal isolerade öar som inte kan förbindas med varandra ens med en kontinuerlig funktion. En sådan lösningsmängd är naturligtvis högst ovanlig och i synnerhet för Levi som utgår från att P_S är konvex.Alltså finns det nästan alltid E-tillåtna äkta slumpblandningar.

Kan vi då närmare beskriva vilka slumpblandningar som är E-tillåtna? Låt P_0 vara en lösning till $S(\mathbf{p})$. Sätt $M_{P_0,V_0} = \{T_i \mid E_{P_0,V_0}(T_i) = E_{P_0,V_0}(T_j)$ för alla $j \neq i\}$ och låt mängden O_{P_0,V_0} vara en öppen delmängd till $S(\mathbf{p})$ kring P_0 sådan att alla alternativ i M_{P_0,V_0} har större väntevärde än alla alternativ utanför M_{P_0,V_0} för alla punkter i O_{P_0,V_0}. Om vi antar att $S(\mathbf{p})$ är sluten och begränsad, så finns det ett ändligt antal punkter $P_1,\ldots,P_k$ sådana att $P_S = O_{P_1,V_0} \cup\ldots\cup O_{P_k,V_0}$. Vidare är $\{T_1,\ldots,T_n\} = M_{P_1,V_0} \cup\ldots\cup M_{P_k,V_0}$. Antag nu att $P' \in O_{P_i,V_0} \cap O_{P_j,V_0}$ och att $T_r \in M_{P_i,V_0}$. Antag vidare att $T_s \in M_{P_j,V_0}$ och att $T_r \notin M_{P_j,V_0}$. Då $E_{P',V_0}(T_s) > E_{P',V_0}(T_r) > E_{P',V_0}(T_k)$, för alla T_k sådana

att $T_k \notin M_{P_i,V_0}$. Alltså $T_s \in M_{P_i,V_0}$. Men då $M_{P_i,V_0} \supseteq M_{P_j,V_0}$ eller $M_{P_j,V_0} \supset M_{P_i,V_0}$. Om PS är sammanhängande, så ingår alltså varje alternativ i $\{T_1,\ldots,T_n\}$ i en mängd M_{P_i,V_0} med minst två element. Vidare är naturligtvis varje slumpblandning av element i en sådan mängd E-tillåten. Man inser likaledes lätt att varje E-tillåten slumpblandning är en slumpblandning av element i en mängd $M_{P,V}$ där P är en lösning till S(**p**) och V är en lösning till U(**v**). Om vi alltså sätter K = {$M_{P,V}$ | P lösning till S(**p**), V lösning till U(**v**)}, så är en slumpblandning av $T_{i_1},\ldots,T_{i_n}$ E-tillåten om $\{T_{i_1},\ldots,T_{i_n}\} \in K$.

Vi ser också att vi under de ovan angivna förutsättningarna på köpet får en beskrivning av alla P-tillåtna alternativ. Ett alternativ är nämligen då P-tillåtet om det är en äkta slumpblandning av ett antal grundläggande alternativ $T_{i_1},\ldots,T_{i_n}$ där $\{T_{i_1},\ldots,T_{i_n}\}$är ett maximalelement i K. Eftersom dessa förutsättningar - PS är sammanhängande, sluten och begränsad - nästan alltid är uppfyllda, så gäller det nästan alltid att inget av de grundläggande alternativen är P-tillåtet. Däremot är alla grundläggande E-tillåtna alternativ T_i approximativt P-tillåtna eftersom det finns en P-tillåten slumpblandning som nästan alltid ger T_i.

Att ge en generell beskrivning av de maximala elementen i K är förmodligen ogörligt, men vi kan notera att om baserna inte innehåller jämförelser, så innehåller K endast ett maximalelement, nämligen mängden av alla grundläggande E-tillåtna alternativ. Ty antag att PS är sammanhängande, sluten och begränsad och att $T_1,\ldots,T_n$ är de E-tillåtna alternativen. Då är värdemängden för $E(T_i)$ ett slutet intervall, säg $[a_i,b_i]$. Enligt förutsättningarna är $\max(a_1,\ldots,a_n) = \min(b_1,\ldots,b_n)$. Men om baserna inte innehåller jämförelser, så finns det då en punkt P_0,V_0 sådan att $E_{P_0,V_0}(T_i) = E_{P_0,V_0}(T_j)$ för $1 = i = j = n$.

Vi ser också att introduktionen av äkta slumpblandningar får konsekvenser för vilka alternativ som är S-tillåtna. Enligt definitionen ovan är ju ett alternativ Ti S-tillåtet om det är P-tillåtet och det finns en lösning V till U(**v**) sådan att $\text{Min}_V(T_i) = \text{Min}_V(T_j)$ för alla j, $1 = j = n$. Vidare har vi just visat att det nästan alltid är så att de P-tillåtna alternativen är alla äkta slumpblandningar av maximalelement i K. Om baserna inte innehåller jämförelser, så blir då alla grundläggande E-tillåtna alternativ approximativt S-tillåtna och allmänt gäller att ett grundläggande alternativ är approximativt S-tillåtet om det har turen att hamna i passande maximalelement i K. Att tur är det rätta ordet i detta sammanhang följer av att det för två E-tillåtna alternativ T_i och T_j alltid finns en punkt P,V sådan att $E_{P,V}(T_i) = E_{P,V}(T_j)$. Om detta skall räcka för att de skall komma i samma maximalelement är helt avhängigt av om det finns ett tredje alternativ T_k sådant att $E_{P,V}(T_k) > E_{P,V}(T_i)$.

Vi ser dessutom att vi genom att lägga till ett lämpligt alternativ kan se till att alla E-tillåtna alternativ blir approximativt S-tillåtna. Antag nämligen

att $T_1,\ldots,T_n$ är de E-tillåtna grundläggande alternativen. Låt vidare T' ha konsekvenserna k_1 och k_2, där $0 < P(k_1) < 1$ och $0 = V(k_1),V(k_2) = 1$. Då gäller det för varje alternativ T_i att det finns en punkt P,V sådan att $E_{P,V}(T') = E_{P,V}(T_i) = E_{P,V}(T_j)$ för varje j, $1 = j = n$. Alltså kommer T' att ingå i varje maximal mängd i K. Nu är det klart att det finns en punkt V sådan att $Min_V(T') = Min_V(T_i)$ för varje i, $1 = i = n$. Alltså är varje E- tillåtet alternativ approximativt S-tillåtet.

Sammanfattningsvis så framstår inte Levis försök att inskränka de tillåtna alternativen som helt invändningsfritt.

- Man kan fråga sig vad som händer om vi ändrar ordningen mellan (b) och (c), dvs ersätter (b) och (c) med (b') och (c').

(c') Ett alternativ T_i är S-tillåtet om det är E-tillåtet och det finns en lösning V till U(v) sådan $MinV(T_i) = MinV(T_j)$ (se avsnitt 3.4.3), för alla j, $1 = j = n$.

(b') Ett alternativ T_i är P-tillåtet om det är S-tillåtet och är optimalt ifråga om att bevara de S-tillåtna alternativen.

Antag nu att $T_1,\ldots,T_n$ är de E-tillåtna grundläggande alternativen och att $A_1,\ldots,A_k$ är de maximala mängderna i K. Då är en äkta slumpblandning ur $A_i = \{T_{i1},\ldots,T_{in}\}$ S- tillåten om det finns en punkt V sådan att $\min(Min_V(T_{i1}),\ldots,MinV(T_{in})) = T_j$ för alla j, $1 = j = n$, dvs om det finns en punkt V sådan att $MinV(T_{i1}) = \ldots = Min_V(T_{in})) = MinV(T_j)$ för alla j, $1 = j = n$. Alltså kommer förekomsten av äkta slumpblandningar inte att påverka inskränkningen av tillåtna alternativ om vi ändrar ordningsföljden mellan (b) och (c).

Leder en ändrad ordningsföljd till ett rimligt urval? Låt t ex T_1 och T_2 vara sådana att T_1 har konsekvenserna k_1 eller k_1 och T_2 har konsekvenserna k_3 eller k_4. Antag att $V(k_1) > V(k_3) > V(k_4) > V(k_2)$, $V(k_1)-V(k_3) = e\cdot(V(k_3)-V(k_4)) = V(k_4)-V(k_2)$, där e som vanligt är ett litet positivt tal. Sätt vidare $P(k_1) = 0{,}5$ och $P(k_3) = 0{,}5$. Då är $E_{P,V}(T_1) > E_{P,V}(T_2)$ om $P(k_1) > 0{,}5$ eller $P(k_3) < 0{,}5$ och $E_{P,V}(T_1) = E_{P,V}(T_2)$ om $P(k_1) = 0{,}5$ och $P(k_3) = 0{,}5$. Alltså är båda alternativen E-tillåtna. Vidare är $MinV(T_1) < MinV(T_2)$. En ändrad ordningsföljd leder alltså till att T_2 är det enda S-tillåtna alternativet. Behåller vi den ursprungliga ordningen, så blir däremot båda alternativen approximativt S-tillåtna. Nu är det naturligtvis klart att T_1 är bättre än T_2. Alltså förefaller Levis förslag inte vara helt övertygande.

4.5 Gärdenfors, P. och N.E. Sahlin (1982)

Dessa författare utgår från en klass *P* av epistemiskt möjliga sannolikhetsfördelningar. Varje fördelning i *P* tilldelas därefter ett tillförlitlighetsindex. Slutligen kallas de fördelningar, som har ett tillräckligt högt tillförlitlighetsindex, för epistemiskt tillförlitliga. Dessa skall sedan ligga till grund för ett

beslut. Översatt till vår begreppsapparat, så utgörs grunden för ett val av en bas B = (T1,...,Tn, S(**p**), U(**v**)), där alla lösningar till S(**p**) är epistemiskt tillförlitliga. De föreslår därefter följande värderingsregler:

(a) T_i är bättre än T_j givet B om $V_1(T_i)$ givet B > $V_1(T_j)$ givet B, och

(b) T_i är lika bra som T_j givet B om $V_1(T_i)$ givet B = $V_1(T_j)$ givet B.

Här är $V_1(T_i)$ givet B = infimum $E_{P,V}(T_i)$, P,V lösning till S(**p**), U(**v**) (se avsnitt 3.4.2).

Kommentarer

Gärdenfors och Sahlin (G&S) är originella i det avseendet att de tilldelar ett tillförlitlighetsindex till de enskilda fördelningarna och inte till klasser av fördelningar vilket tidigare författare såsom Hodges & Lehmann gjort. Skillnaden mellan dessa synsätt kan illustreras med hjälp av följande exempel: Antag att en person, PEM, erbjuds att till husläkare välja en av sex läkare vid Tranebergs vårdcentral och att hans enda kunskaper inför detta val utgörs av en folder med läkarnas namn och fotografi. Antag vidare att PEM har goda skäl att tro att det inte är likgiltigt vilken av läkarna han väljer men att han inte har möjlighet att skaffa sig ytterligare information före beslutet. PEM:s informationsbas inför beslutet kan då följande utseende:

(a) Alternativ: T_1; k_1, k_2, k_3,..., T_6; k_{16}, k_{17}, k_{18},

(b) Sannolikhetsbas: $0 = P(k_1) = 1,...,0 = P(k_{18}) = 1$, $P(k_1)+P(k_2)+P(k_3) = 1,...,P(k_{16})+P(k_{17})+P(k_{18}) = 1$,

(c) Värdebas: $V(k_1)$ är lågt,...,$V(k_{16})$ är lågt; $V(k_2)$ är medelbra...,$V(k_{17})$ är medelbra; $V(k_3)$ är högt,...,$V(k_{18})$ är högt.

Enligt den uppfattning som förordas i detta arbete, och som i detta fall är den gängse i litteraturen, så är alla alternativen ovan lika bra. Det finns alltså ingen anledning för PEM att välja den ena läkaren snarare än den andra. Enligt G&S är dock läget snarare så att alla fördelningar ovan har så lågt tillförlitlighetsindex att ingen av dem är epistemiskt tillförlitlig och att PEM därför inte befinner sig i en reguljär beslutssituation. Antag nu att PEM får reda på att den läkare som han betecknat som T_1 tidigare har arbetat som ortoped och att han nyligen börjat på vårdcentralen för att få mer tid att ägna sig åt att måla vilket är det han egentligen helst vill syssla med. PEM reviderar då sin sannolikhetsbas på följande sätt:

(b') Sannolikhetsbas: P(k1) är mycket hög, P(k2) är mycket låg, P(k3) är mycket låg, $0 = P(k4) = 1,...,0 = P(k18) = 1$, $P(k1)+P(k2)+P(k3) = 1,...$, $P(k16)+P(k17)+P(k18) = 1$.

Enligt min uppfattning kommer då T_1 att bli sämst och alltså, åtminstone tills vidare, bortfalla. Enligt G&S är det dock så att T_1 snarare är det enda kvarvarande alternativet eftersom dess sannolikhetsfördelningar är de enda som är tillräckligt tillförlitliga.

G&S främsta argument för sin något oortodoxa uppfattning är att den ger en lösning på följande viktiga problem. En tennisintresserad dam, Miss Julie, får av innehavaren till en vadhållningsfirma ett erbjudande om att spela på vinnaren i en av tre tennismatcher A, B eller C. Insatserna och vinsterna är desamma för alla tre matcherna men Miss Julie's kunskaper om spelarna i de olika matcherna varierar något. Hon känner väl till spelarna i match A och vet att de är lika bra och att utgången i denna match därför enbart kommer att bero på tillfälligheter. Spelarna i match B är däremot totalt okända för henne, ja hon har inte ens hört deras namn förut. I fråga om match C slutligen så känner hon inte heller där till spelarna men hon vet att den ene är en mycket framstående spelare i god form medan den andre är en mycket medelmåttig spelare. Olyckligtvis har hon dock glömt vem av dem som är framstående. Slutligen utspelar sig dessa matcher i en idealvärld där den relativa spelstyrkan avgör utgången av matcherna. Miss Julie's informationsbas har alltså följande utseende:

(a) Alternativ: TA_1; k_1, k_2, ..., T_{C2}; k_{11}, k_{12},

(b) Sannolikhetsbas: $P(k_1) = P(k_2) = P(k_3) = P(k_4)$, $0 = P(k_5) = 1,\ldots, 0 = P(k_8) = 1$, $P(k_9)$ är mycket hög eller $P(k_9)$ är mycket låg,..., $P(k_{12})$ är mycket hög eller $P(k_{12})$ är mycket låg, $P(k_1)+P(k_2) = 1,\ldots, P(k_{11})+P(k_{12}) = 1$,

(c) Värdebas: $V(k_1)$ är högt,...,$V(k_{11})$ är högt; $V(k_2)$ är lågt,...,$V(k_{12})$ är lågt .

Här står TA_1 för att Miss Julie satsar på spelare 1 i match A et c.

Enligt G&S bör Miss Julie välja TA_1 eller TA_2 av följande skäl: Fördelningarna i TB_1 och TB_2 har alltför lågt tillförlitlighetsindex för att dessa alternativ skall komma ifråga. De bortfaller därför i första omgången. Därefter bortfaller TC_1 och TC_2 eftersom $V_1(TC_1) = V_1(TC_2) < V_1(TA_1) = V_1(TA_2)$.

Till detta kan man anföra att G&S skulle ha kommit till samma resultat även utan att ha introducerat ett tillförlitlighetsindex. Skillnaden skulle blott ha bestått i att resultatet skulle ha erhållits efter en omgång istället för efter två. Så detta exempel kan knappast användas som stöd för G&S:s form av index. Vidare såg vi ovan att G&S:s index ledde till mycket märkliga resultat i husläkarexemplet ovan, ja så märkliga att man kan fråga sig om G&S verkligen har tänkt sig ett tillförlitlighetsindex som generellt tilldelas enskilda fördelningar utan istället tänkt sig något som liknar den idé som ligger bakom krympningarna ovan. Det finns dock inget i deras framställning som stöder en sådan tolkning. Men utan detta tillförlitlighetsindex framstår G&S:s värderingsregler som mindre lämpliga att lägga till grund för ett beslut. Betrakta t ex husläkarexemplet ovan. Först blir alla val lika goda. När PEM därefter får upplysningar om T_1 som gör att det framstår som mindre lämpligt att välja honom, så säger G&S:s värderingsregler att alla val fortfarande är lika goda, ja enligt G&S är all negativ information om någon av läkarna vid vårdcentralen helt irrelevant.

5 Fallstudier och reflektioner

5.1 Fall 1. Norra Strandvägen i Stenungsund Källa: Persson (1998)

5.1.2 Beskrivning av fallet

En fastighetsägare önskar år 1988 exploatera ett markområde vid Norra Strandvägen i Stenungsund genom att bygga bostäder och en livsmedelshall. Omedelbart norr om Strandvägen ligger ett traditionellt industriområde och norr om detta storindustri i form av Norsk Hydro Plast AB och Statoil Petrokemi AB. För området finns en stadsplan från 1932 med byggrätt. Enligt kommunens översiktsplan skall bebyggelse avslutas vid Norra Strandvägen. Kommunens planutskott är positiv till exploateringsplanerna och den 17/12 1990 antar kommunfullmäktige en detaljplan för området enligt 5 kap. 29 § PBL med en genomförandebeskrivning som tillgodoser fastighetsägarens intressen.

Länsstyrelsen beslutar att pröva detaljplanen enligt bl a 12 kap 1 § PBL. Länsstyrelsens prövning avser dels om riksintresset enligt naturresurslagen har tillgodosetts dels om tillräcklig hänsyn har tagits till de boendes hälsa och till deras skydd mot olyckshändelser. Prövningen leder till att länsstyrelsen den 1/7 1992 upphäver beslutet att anta detaljplanen.

Kommunen överklagar länsstyrelsens beslut till regeringen som låter Boverket bereda ärendet. Boverket delar länsstyrelsens bedömning att ny bostadsbebyggelse inom detaljplaneområdet inte tillgodoser riksintresset enligt 2 kap. 8 § NRL samt att området är olämpligt för bostadsändamål med hänsyn till hälsa och säkerhet. Regeringen kommer i sin tur att dela länsstyrelsens och Boverkets bedömning att området är olämpligt för bostadsändamål med hänsyn till störningarna från trafiken och storindustrin samt att föreliggande riksintresse inte tillgodoses. Regeringen avslår därför överklagandet den 28/10 1993.

5.1.3 Parternas argumentation

Konflikten gäller dels om riksintresset är tillgodosett dels om tillräcklig hänsyn har tagits till hälsa och säkerhet. Det kan därför vara lämpligt att studera argumentation inom dessa områden separat.

5.1.4 Skyddsavstånd och riksintresse

(i) Länsstyrelsen

Stenungsunds storindustriområde är ett utvecklingsområde för främst petrokemisk industri och energiproduktion av största betydelse för riket och Västsverige. Omfattningen av skyddszonerna kring industrin bedömdes i generalplaneringen för den nya tätorten i inledningen av 1960-talet och senare i utvecklingen av stadsplanerna för industriområdena utifrån den kunskap man då kunde uppbringa om risker för explosioner, brand, utsläpp av giftiga ämnen och befolkningens hälsa och säkerhet. Med dagens internationella erfarenheter och kunskap om förhållandena vid tung industri av den typ som finns och ska kunna utvecklas i Stenungsunds storindustriområde skulle skyddszonen mot tätortens centrum och bostadsbebyggelse vara betydligt bredare.

Den av riksdagen behandlade propositionen "en god livsmiljö" tar särskilt upp lokalisering av bebyggelse i närheten av miljöstörande verksamheter och påpekar att parterna i planeringsprocessen bör tillämpa rekommenderade skyddsavstånd (Jfr Plats för arbete, omgivningspåverkan" Naturvårdsverket m. fl.) och undvika att bebyggelse, särskilt bostadsbebyggelse, tillåts komma närmare etablerade industriområden. Rekommenderad bredd på skyddsområden i "Plats för arbete" för petrokemisk industri anges till större än 1000 m.

(ii) Kommunen

Avståndet från Strandvägen till den närmaste punkten för ett klorgasutsläpp är minst 1100 m. Kommunens kontakter med industrin visar att industrins expansion bara kan ske i riktning nord/nordost, bort från samhällets centrala delar". Därmed uppfylls gränsen om 1000 m mellan industri och bostäder.

(iii) Boverket

I regeringens proposition "en god livsmiljö" (1990/91:90) tas särskilt upp skyddsavstånd för miljöstörande verksamhet. Man framhåller att det är angeläget att tillräckliga skyddsavstånd mellan bostäder och miljö- och hälsostörande verksamhet upprätthålls för att ge trygghet och säkerhet för såväl industrin som de boende. Det sägs också att de riktlinjer om skyddsavstånd vid miljöstörande verksamhet som anges i rapporten Plats för arbete - omgivningspåverkan (Socialstyrelsen, Naturvårdsverket och Planverket 1982) normalt bör följas vid planläggning enligt plan- och bygglagen.

De skyddsavstånd som rekommenderas i Plats för arbete grundar sig på en sammanvägning av olika störningar i form av utsläpp, buller m m som alstras av en viss industri. Stenungsunds storindustriområde är ett utvecklingsområde för främst petrokemisk industri och energiproduktion. I "Plats för arbete" anges rekommenderad bredd på skyddsområde för

petrokemisk industri till större än 1000 m. Avståndet mellan de planerade bostäderna och plangränsen för den miljöstörande industrin är ca 800 meter. Detta avstånd understiger därmed betydligt det rekommenderade skyddsavståndet.

Enligt kommunen ligger befintliga processanläggningar så att det rekommenderade avståndet uppnås. Boverket anser emellertid att det måste vara gällande plangräns som skall vara utgångspunkt för bedömningen. Redan på grund av att det rekommenderade skyddsavståndet underskrids påtagligt är det enligt Boverket mycket som talar för att den planerade bostadsbebyggelsen blir olämplig med hänsyn till hälsa och säkerhet.

Storindustriområdet i Stenungsund är av riksintresse för industriell produktion och energiproduktion enligt 2 kap 8 § NRL. Det är därför viktigt att industriområdets fortbestånd och utvecklingsmöjligheter garanteras.

Boverket har ovan bedömt att detaljplanen inte uppfyller kraven på hälsa och säkerhet. Ett accepterande av planen kan därför medföra att ökade krav ställs på anläggningar inom storindustriområdet och att utvecklingsmöjligheterna begränsas. Det finns i Sverige mycket få områden av den speciella karaktär som storindustriområdet representerar. Med tanke på att Stenungsund bygger sin existens och karaktär på just denna speciella tillgång måste kraven på områdets funktion och utveckling ställas mycket höga. Också en mindre inskränkning kan då medföra skada. Boverket anser att riksintresset inte tillgodoses.

5.1.5 Buller

(i) Länsstyrelsen

Detaljplaneområdet störs av buller från dels trafiken på Norra Strandvägen dels storindustriområdet. Planhandlingarna innehåller en trafikbullerberäkning som visar att utomhusvärdena i området överstiger 55 dBA ekvivalent ljudnivå, 57-60 dBA vid bostadsfasad.

För industribullret redovisas i antagandehandlingarna ingen bullerutredning. Planbeskrivningen hänvisar till MUST-utredningen och konstaterar att nattligt buller från storindustriområdet inte överskrider 45 dBA i planområdet. Detta konstaterande är en grov generalisering av de värden som redovisas i MUST-utredningen. En industribullermätning har senare redovisats av GF-konsult 1991-10-21. Mätningarna redovisar att ljudnivåerna nattetid vid fasad mot norr och storindustriområdet ligger runt 45 dBA ekvivalent ljudnivå. Momentana störningar tas inte upp i utredningen. Om byggnaderna läggs som en kontinuerlig skärm utmed Norra Strandvägen kan bullret vid sydfasaden och rekreationsytorna nå värden lägre än 40 dBA. Planen förutsätter inte ett sådant byggnadssätt.

Länsstyrelsen har i samråden om detaljplaner i kommunen hävdat att god miljökvalitet för nya bostäder och rekreationsytor i dessa bostäders grannskap enligt Naturvårdsverkets allmänna råd förutsätter att ljudnivån för nattligt industribuller, frifältsvärden, är lägre än 40 dBA. För att uppnå god miljökvalitet inomhus och utomhus vid uteplatser måste därför de föreslagna bostäderna i planen (ligger som tvåvåningshus ovanpå butiksbjälklag och garagebjälklag) utformas på ett särskilt sätt både vad avser lägenheternas och uteplatsernas orientering, byggnadernas väggkonstruktioner och skärmar mot gatan.

(ii) Kommunen

Endast vid mycket ogynnsamma förhållanden överskrids bullernormerna. Dessutom kommer följande åtgärder att eliminera bullerproblemen:

- fysiska åtgärder i form av en bullerskyddande skärm,
- åtgärder på husen med extra isolerande fönster,
- lokalisering av sovrum till de minst bullerutsatta delarna av husen.

(iii) Boverket

I Naturvårdsverkets allmänna råd för externt industribuller anges som riktvärden för buller invid bostäder vid nyetablering av industri följande ekvivalenta ljudnivåer: dag 50 dBA, kväll 45 dBA och natt 40 dBA. Dessa riktvärden bör enligt Boverket också tillämpas vid lämplighetsbedömningen av nya bostäder i närheten av befintlig industri.

Först efter antagandet av detaljplanen har kommunen låtit utföra en industribullermätning. Enligt denna uppgår uppmätta ekvivalenta ljudnivåer nattetid vid framtida mest störd husfasad till 44-46 dBA, i medeltal 45 dBA, medan mätningar bakom byggnaden visar att ljudnivån då sänks med omkring 6 dBA. Bullerstörningarna är enligt Boverket av sådan omfattning att nya bostäder inte är lämpliga.

Kommunen har emellertid hänvisat till att den östra delen av detaljplanen innebär att byggrätter fixeras enligt ett föreliggande projekt. Enligt detta projekt är avsikten att bostadsrum och uteplatser skall orienteras mot söder medan endast kök och sekundärutrymmen skall ligga mot norr.

I planen finns visserligen en bestämmelse som anger att "Bostad skall utformas med särskild hänsyn till bullerimmissioner". Denna bestämmelse är enligt Boverket allmänt hållen och garanterar inte den angivna rumsfördelningen. Enligt Boverket är det dessutom tveksamt om de föreslagna bostäderna bör anses acceptabla ens med den föreslagna rumsfördelningen. Endast i undantagsfall när alternativa lokaliseringar är omöjliga att finna bör man kunna överväga rumsfördelningar av det slag som föreslås av kommunen i detta ärende.

I ärendet föreligger en trafikbullerutredning. Denna gäller emellertid endast den östra delen av planområdet dvs det aktuella byggprojektet. För planen i övrigt saknas utredning. Enligt bullerutredningen uppgår utomhusvärdena mot Norra Strandvägen till 57-60 dBA ekvivalent ljudnivå, medan inomhusvärdena uppgår till 28-31 dBA.

För nya bostadsområden är riktvärdena för utomhusbuller 55 dBA medan inomhusvärdena är 30 dBA. I detta fall kan inomhusvärdena klaras om man för vissa lägenheter använder fönster med god ljudisoleringsförmåga. Utomhusvärdena överskrids dock. Bostäderna är därför enligt Boverkets uppfattning inte lämpliga.

Också när det gäller trafikbuller har kommunen hänvisat till det föreliggande projektets rumsfördelning. Boverket hänvisar i denna fråga till det resonemang som förts ovan under industribuller.

5.1.6 Klorgasutsläpp

(i) Länsstyrelsen

Planområdet ligger inom den riskzon i tätorten som kan utsättas för klorgas med höga koncentrationer vid ett utsläpp vid Norsk Hydros anläggningar norr om planområdet. Dessa förhållanden beskrivs inte i planen. Någon riskanalys för området har inte gjorts som klarlägger att området är lämpligt för bostadsbebyggelse med hänsyn till klorgasutsläpp. I utställningsutlåtandet hänvisar kommunen till en riskanalys som utförts för bebyggelse vid Badhustorget. Räddningstjänsten i kommunen kräver att byggnaderna förses med nödavstängning på ventilationen. Länsstyrelsen bedömer att riskanalysen inte är tillämplig för planområdet. Den förutsätter därtill att åtgärder vidtas vid industrianläggningen. Dessa åtgärder kan inte garanteras i planen. Planen saknar bestämmelse som tillgodoser räddningstjänstens villkor för lämplighet för bebyggelse.

(ii) Kommunen

Risken för den tillkommande bebyggelsen är minimal eftersom

- Hydro-Plast har följt Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter för storskalig kemikaliehantering,
- bostäder vid Badhustorget kan byggas om de förses med effektiva larmanordningar och fjärrstyrning av ventilationen, och
- bostäder vid Strandvägen enligt kommunens bedömning är mindre utsatta än bostäder vid Badhustorget beroende på existensen av stor skaliga industribyggnader mellan tapprampen för klor och Strandvägens bostadsområde.

(iii) Boverket

Planområdet ligger inom den riskzon i tätorten som kan utsättas för klorgas med höga koncentrationer vid ett utsläpp vid Norsk Hydros anläggningar norr om planområdet. Någon riskanalys för området har inte gjorts som klarlägger områdets lämplighet för bostadsbebyggelse med hänsyn till klorgasutsläpp. Kommunen har istället hänvisat till en riskanalys som utförts av FOA och som gäller bebyggelse vid Badhustorget, beläget ca 200 meter från planområdets centrala del. FOA:s slutsats när det gäller Badhustorget är att om bebyggelse sker på området bör larmanordningar införas som ger så starka och lätt igenkända signaler att sovande människor varslas. Dessutom bör fjärrstyrning av ventilation införas.

Även om de båda planområdena ligger nära varandra anser Boverket att den åberopade riskanalysen inte direkt kan tillämpas i ärendet. Områdena skiljer sig från varandra inte bara vad gäller läge och topografi utan också när det gäller användningssättet. Den verksamhet som skall bedrivas vid Norra Strandvägen medför normalt att ett stort antal människor tidvis samlas där. Kommunen har visserligen ansett att läget vid Norra Strandvägen är mindre utsatt än vid Badhustorget eftersom det förstnämnda området avskärmas i riktning mot klortapparna av relativt storskaliga industribyggnader. Av den åberopade riskanalysen kan man enligt Boverkets uppfattning inte dra den slutsatsen att det är lämpligt med föreslagen bebyggelse vid Norra Strandvägen.

Kommentarer

Om man utifrån söker bedöma parternas argumentation utifrån ett beslutsteoretiskt perspektiv, så kan man först notera att beslutsproblemet är ett satisfierbarhetsproblem: detaljplanen med genomförandebeskrivning skall gälla om den inte är uppenbart olämplig d v s kan leda till alltför negativa konsekvenser. Samtidigt är det klart att det är kommunen som skall visa att detta är fallet. Vidare innebär detaljplanen att bostäder skall få byggas vid Norra Strandvägen. Bostäder bör ha en livslängd om 50 år. Detta innebär att kommunen skall visa sannolikheten för negativa konsekvenser minst 50 år fram i tiden är tillräckligt liten. Med dessa förutsättningar framstår kommunens argumentation i fråga om skyddsavstånd som helt otillräcklig: förhållandena år 1990 och det berörda företagets planer under de närmaste åren kan inte räcka som prognos 50 år fram i tiden. Vidare kan inte kommunen inskränka verksamheten inom storindustriområdet. Slutligen finns det inga omvärldsfaktorer som indikerar att petrokemisk industri kommer att försvinna från Stenungsund inom de närmaste decennierna. Länsstyrelsens och Boverkets argumentation i fråga om skyddsavstånd framstår därför som mycket stark ur ett beslutsteoretiskt perspektiv, ja som tillräcklig för att inte detaljplanen skall gälla.

5.2 Fall 2. Lisebergs utvidgning mot öster Källa: Persson (1998)

5.2.1 Bakgrund

Lisebergs nöjespark i Göteborg grundades år 1923 och är f n Sveriges största turistattraktion med ca 2,5 miljoner besökare per år. Nöjesparken ägs av Liseberg AB som i sin tur har Göteborgs kommun som enda ägare. Nöjesparkens östligaste del ligger i kvarteret Pilgrimsmusslan som är beläget i väster om och i nära anslutning till väg E6/E20, en motorväg med tre körfält i vardera riktning. Enligt gällande detaljplan är kvarteret avsett för industriella ändamål men genom ett dispensförfarande har Liseberg kunnat utnyttja den södra delen av kvarteret för publik verksamhet sedan 1985. Liseberg önskar även etablera nöjesverksamhet i den norra delen av kvarteret. Detta kräver en detaljplaneändring avseende hela kvarteret Pilgrimsmusslan.

5.2.2 Ärendets utveckling

I en skrivelse av den 27 november 1990 begär Liseberg att detaljplanen för det nämnda kvarteret ändras från industri- till nöjesverksamhet. Nöjesverksamheten tänks inkludera konferens-, hotell- och inkvarteringsverksamhet. En arkitekt på stadsbyggnadskontoret åtar sig att upprätta ett koncept till detaljplan. Denna plan skickas till räddningstjänsten, miljö- och hälsoskyddsnämnden och till länsstyrelsen för en bedömning.

Räddningstjänsten anför följande:

"Föreslagen detaljplan innebär en kraftig utökning av personaltätheten i området öster om Mölndalsån och väster om E6.

E6 trafikeras i båda riktningarna av transporter av farligt gods av varierande slag. En farligt godsolycka skulle kunna medföra stora risker för många människor inom föreslaget detaljplaneområde.

Räddningstjänsten vill också erinra om den översiktsplan som är antagen för Göteborg samt brand- och civilförsvarsnämndens yttrande till densamma 90-01-22 där det framgår att riskerna längs E6 medför krav på särskilda skyddszoner. I Plan- och bygglagen kap 5. §3 framgår även att skydds- och säkerhetsområden skall redovisas i detaljplanen.

Med ovanstående som bakgrund kan föreslagen utvidgning av Liseberg mot öster ej tillstyrkas från räddningstjänstens synpunkt."

Miljö- och Hälsoskyddsnämnden väljer att avvakta med sitt ställningstagande till dess att detaljplanen kompletterats med en utredning som visar att det är möjligt att bedriva hotellverksamhet i kvarteret Pilgrimsmusslan.

Länsstyrelsen anför följande:

"...Aktuellt område är mycket utsatt för trafikstörningar från E6:an och också för risker med farligt gods som fraktas på vägen. Av den anledningen kan stor tveksamhet framföras mot en så personalintensiv verksamhet som den som föreslås...

...Vad gäller buller och avgaser förutsätter länsstyrelsen att detaljplanen ges sådana bestämmelser, att Naturvårdsverkets och kommunens riktlinjer kan klaras. Detta bör klargöras i en miljökonsekvensbeskrivning, som enligt kommunfullmäktige i Göteborg skall finnas med i planhandlingar för detaljplaner där miljöproblem behöver beaktas...

...Vad gäller transporter av farligt gods, så kan det antas att sådana är frekventa på den aktuella sträckan av europavägen. Därmed föreligger en risk för olyckstillbud. För att bedöma hur stor risken är, behöver en riskanalys upprättas. Särskilt gäller detta om hotellverksamhet med övernattande människor skall tillåtas så nära E6:an som föreslås."

Som en följd av dessa yttranden bjuder Liseberg AB in representanter från räddningstjänsten till ett möte den 25 augusti 1992. Vid detta möte vidhåller räddningstjänsten sin uppfattning. Detta leder till att Liseberg AB omarbetar sitt planförslag så att endast publik- och nöjesverksamhet skall förekomma i kvarteret Pilgrimsmusslan.

Först den 10 januari 1994 kallar Liseberg AB representanter från stadsbyggnadskontoret, miljö- och hälsoskyddsförvaltningen och räddningstjänsten till ett nytt möte i planfrågan. Vid detta möte beslutas det att Liseberg AB skall låta utföra en riskanalys. En sådan utförs av FB Engineering AB. I riskanalysen konstateras det att den mest sannolika olyckan är en bensinolycka på E6:ans norrgående fält. En sådan olycka leder till att 50 människor omkommer och dess sannolikhet uppskattas till 0,5*10-5 per år. Den allvarligaste olyckan är en propanolycka på Sofierogatan (mellan Liseberg och E6) följd av en poolbrand. En sådan resulterar i att 800 människor omkommer och dess sannolikhet uppskattas till 10-10 per år. I riskanalysen anges också två alternativa åtgärder som kan vidtagas för att reducera konsekvenserna av en olycka. Enligt det första alternativet byggs ett kombinerat avåknings- och strålningsskydd mellan E6 och Sofierogatan. Enligt det andra alternativet byggs ett avåkningsskydd mellan E6 och Sofierogatan och ett strålningsskydd mellan kvarteret Pilgrimsmusslan och Sofierogatan. Av dessa alternativ bedöms enbart det senare vara praktiskt genomförbart.

Byggnadsnämnden beslutar därefter den 14 juni 1994 att detaljplaneförslaget + riskanalysen skall skickas ut till olika remissinstanser för samråd.

5.2.3 Yttranden

Räddningstjänsten föreslår ett avstyrkande av detaljplaneförslaget eftersom det innebär en höjning av risknivån. Samtidigt översänder räddningstjänsten planen, riskanalysen och sin egen skrivelse till Statens räddningsverk för ett principiellt yttrande. Räddningsverket svarar dock att dess uppgift inte är att yttra sig i enskilda frågor.

Vägverket påpekar att planbestämmelsen om ett avåkningsskydd skall upprättas vi E6 bör kompletteras med att samråd med Vägverket bör ske innan bygglov beviljas för skyddet.

Länsstyrelsen konstaterar att det inte framgår av planförslaget hur avåkningsskyddet skall utformas och vem som skall ansvara för att det upprättas. Vidare kan inte länsstyrelsen finna några övertygande skäl för att Lisebergs expansion skall ske just intill E6 med tanke på de risker som finns där.

Dessa uttalanden leder till att Liseberg AB kontaktar Vägverket och att de blir överens om utformningen av ett avåkningsskydd som skall byggas vid E6:s vägkant. Vidare tar Liseberg AB förnyad kontakt med FB Engineering AB för att undersöka hur risknivån i området förändras vid en eventuell utbyggnad förenad med ett avåkningsskydd och en strålskyddande mur. Denna kontakt resulterar i en rapport där det konstateras att den sammanlagda risknivån kommer att minska vid en utbyggnad eftersom inga olyckor då kan inträffa på Sofierogatan. Den allvarligaste olyckan som kan inträffa vid en utbyggnad är en propanolycka på E6, södergående fält, åtföljd av en gasmolnsexplosion. En sådan beräknas leda till 250 dödsoffer. Sannolikheten för den uppskattas till 0,5*10-8. Den troligaste olyckan är en bensinolycka på E6, södergående fält. Den anses ha sannolikheten 10-6 och leda till att 15 personer omkommer.

Byggnadsnämnden beslutar därefter den 7 april 1995 att ställa ut det under samrådet utarbetade förslaget för granskning.

5.2.4 Granskningsuttalanden

Vägverket anser att planbestämmelserna skall kompletteras med att ett samråd skall ske med Vägverket innan byggnadslov beviljas för den 8 m höga muren mot E6.

Länsstyrelsen anser att planbestämmelserna skall justeras så att säkerhetsåtgärderna skall utföras innan nya anläggningar eller befintliga fabriksbyggnader tas i anspråk för nöjesparksändamål. Vidare anför länsstyrelsen att den förutsätter att räddningstjänsten anser de angivna säkerhetsåtgärderna vara tillräckliga.

Räddningstjänsten avstyrker en förändring av planen från industriell verksamhet till nöjesverksamhet med följande motivering:

- Konsekvenserna av en farligt godsolycka med explosiva varor eller kondenserade gaser är oacceptabla, även om sannolikheterna för deras inträffande är mycket små.
- Den föreslagna utbyggnaden faller, utan försvarbara motiv, utanför ramarna för Göteborgs översiktsplans rekommendationer beträffande transporter av farligt gods.

– Ur säkerhetssynpunkt är Lisebergs expansionsområden åt söder och väster lämpligare.

5.2.5 Antagande

Efter förslag från stadsbyggnadskontoret antar kommunfullmäktige detaljplanen för kvarteret Pilgrimsmusslan den 7 december 1995.

5.2.6 Överklagan och prövning

Vägverket överklagar antagandebeslutet hos länsstyrelsen eftersom ett avtal mellan kommunen och Vägverket beträffande avåkningsskyddet inte har bifogats detaljplanen. Länsstyrelsen väljer att pröva planen enligt 12 kap 1 § PBL och kommer överens med kommunen om vissa tillägg till plantexten så att länsstyrelsens krav i samband med planutställningen realiseras.

Kommentarer

Vid en granskning av detta fall utifrån ett beslutsteoretiskt perspektiv, så noterar man först att stadsbyggnadskontoret, Vägverket och länsstyrelsen betraktade det som ett tillståndsärende medan räddnings-tjänsten torde ha sett det som ett optimeringsproblem, se räddningstjänstens granskningsuttalande ovan. Det märkliga är att kommunfullmäktige inte heller torde ha sett det som ett optimeringsproblem. I annat fall hade man fattat ett beslut på basis av ett mycket bristfälligt underlag. Utifrån ett besluts-teoretiskt perspektiv är det svårt att inte hålla med räddningstjänsten: det borde ha behandlats som ett optimeringsproblem. Det är därför svårt att se att kommunfullmäktige i Göteborg har fattat ett riktigt beslut i denna fråga.

Om man studerar detaljerna i ärendet, så är det en del uppgifter i de gjorda riskanalyserna som förvånar. Om man skall förutsäga sannolikheterna för olika slag av olyckor och konsekvenserna av dem, så måste man först bestämma sig för en tidshorisont. I detta fall är tidshorisonten tämligen avlägsen, säg år 2050. Nöjesverksamhet har under lång tid lockat många besökare och det finns inget som tyder på att intresset kommer att minska i framtiden. Den avlägsna tidshorisonten medför i sin tur att osäkerheten ökar och att värdet av historisk trafikstatistik och historiska besökssiffror minskar. Osäkerheten ökar också i fråga om vilka fordon som kommer att tillåtas trafikera det aktuella avsnittet av E6. Därmed ökar bevisbördan för den som skall visa att en förändring inte kommer att leda till ökad sannolikhet för olyckor. Det finns tyvärr inget som tyder på att riskanalyserna i detta ärende har beaktat dessa omständigheter. Särskilt anmärkningsvärd är den riskjämförelse med befintlig verksamhet som görs: ett förhållande som bygger på dispenser som rimligen bör kunna återkallas jämförs med ett närmast permanent tillstånd. Det är beklagligt att inte de gjorda riskanalyserna utsatts för en närmare granskning.

5.3 Fall 3. Sundsvalls fryseri AB

5.3.1 Bakgrund

I Sundsvall inre hamn finns sedan 1950-talet ett fryshus med 25 kyl- och frysrum med egna kylbatterier, fem kompressorer, två kondensorer, sex vätskeavskiljare och fem kylmediebehållare. Systemet är dimensionerat för 15 ton ammoniak och bedöms 1997 innehålla mellan 10 och 15 ton ammoniak. Anläggningen finns upptagen som ett riskobjekt bland många andra i den kommunala riskanalysen men har inte tidigare bedömts enligt § 43 RäL och finns därmed inte förtecknad i kommunens räddningstjänstplan av den 1/7 1997.

5.3.2 Ärendets utveckling

I samband med att Sundsvalls kommun år 1997 aktualiserar planerna på ett varuhus i den inre hamnen (Clas Ohlson m fl) kräver räddningstjänsten att en analys av riskerna med ammoniakhanteringen i fryshuset på fastigheten Fryshuset 2 skall utföras. Som en följd av detta krav låter stadsbyggnadskontoret beställa en riskanalys av FOA:s avdelning för NBC-skydd i Umeå den 29/1 1998. På basis av denna riskanalys och med stöd av §§ 43, 54 och 56 i räddningstjänstlagen förelägger räddningsnämnden i Sundsvall-Timrå räddningstjänstförbund den 31/7 1998 företaget Sundsvalls Fryseri AB att senast den 1/11 1998 vidtaga följande åtgärder i fryshuset:

1. Kondensorns vätskeledningar byggs in så att ett eventuellt utsläpp mynnar i kylmaskinrummet. I inbyggnaden placeras en ammoniaksensor som vid larm stänger ventil mot kylmediebehållaren.
2. Under kondensorn placeras en ammoniaksensor som vid larm stänger ventil mot kylmediebehållaren.
3. Kylmaskinrummet tätas. Vid larm från ammoniaksensorer skall ventilationsfläkten slås av, kompressorn stanna och ridåspjäll i ventilations öppningen stänga.

Företaget överklagar räddningsnämndens beslut till länsstyrelsen. Innan länsstyrelsen fattar sitt beslut begär den ett yttrande från Statens räddningsverk. Länsstyrelsen beslutar den 26/4 1999 att endast ändra räddningsnämndens beslut på så sätt att den senaste tidpunkten för föreläggandets fullföljande bestäms till 18 månader efter det att ett beslut vunnit laga kraft. Företaget överklagar länsstyrelsens beslut till länsrätten som i en dom den 14/9 1999 avslår överklagandet. Företaget överklagar länsrättens dom till kammarrätten som i ett beslut den 8/6 2001 beslutar att inte bevilja prövningstillstånd. Företaget överklagar inte kammarrättens beslut bl a på grund av att dess verksamhet skall flytta till Birsta norr om Sundsvall i februari 2002. Under den rättsliga processen vidtas vissa riskreducerande åtgärder i fryshuset: gasdetektorer installeras i maskinsalen, i korridorerna på resp. plan samt ovanför kondensorn. Larmet är kopplat till Securitas

som larmar SOS och kontaktpersoner. En ventil installeras i maskinhallen. Därigenom kan ett utsläpp från kondensorn reduceras.

5.3.3 Parternas argumentation

Räddningsnämnden baserar sitt föreläggande på de uppgifter som framkom under FOA:s arbete med riskanalysen, se nedan, samt på den publicerade riskanalysen som visar att de förelagda åtgärderna torde vara tillräckliga för att stävja en allvarlig olycka. Vidare hävdar räddningsnämnden att fryshuset omfattas av 43 § i räddningstjänstlagen.

5.3.4 FOA:s riskanalys

Förutsättningar

Riskanalysen är resultatet av en beställning från Sundsvalls kommun. Kommunen önskar en konsekvensbeskrivning av tre sannolika dimensionerande händelser:

- utsläpp i maskinrummet,
- utsläpp utomhus i eller i anslutning till kondensatorerna, och
- utsläpp på annan plats i huset.

Tidpunkten för utsläppet skall vara lördag/söndag då fryshuset är obemannat samtidigt som det kan vistas många personer i fryshusets omgivning. Analysen skall visa om det är möjligt att med hänsyn till riskerna förena fryshusverksamhet med publik verksamhet som handel i inre hamnen. Analysen skall vara färdig senast v 12 1998 och kosta högst 70.000:-.

Resultat

FOA utför först en preliminär analys som skickas till räddningstjänsten den 16/3 1998. Enligt denna kan ett utsläpp utomhus få allvarliga konsekvenser, se nedan, även vid rådande förhållanden. Vidare kan konsekvenserna av ett utsläpp minskas med just de åtgärder som beskrivits ovan. Kommunen hoppas på en smidig lösning med företaget och stämplar den avgivna rapporten som arbetsmaterial och ber FOA återkomma med en ny rapport som visar riskerna efter det att åtgärderna ovan vidtagits.

5.3.5 FOA:s preliminära rapport

FOA:s preliminära rapport inleds med en kort bakgrundsbeskrivning samt uppgifter om fryshuset och allmänna fakta om gasspridning. Därefter följer ett avsnitt om tänkbara skadehändelser som vi återger här.

"Skadehändelser som innebär utsläpp från processanläggningar utgörs oftast av mindre läckor på rörledningar, flänsförband eller kopplingar p g a korrosionsangrepp eller liknande. En sådan skada ligger till grund för beräkningarna av det dimensionerande fallet i denna studie. När det

gäller ammoniak, som kan släppas ut endera i gasfas eller vätskefas, uppkommer de jämförelsevis största utsläppen när utsläppet sker i vätskefas, i synnerhet när den står under tryck. Beräkningarna begränsas därför till enbart vätskeutsläpp.

Dimensionerande skadehändelse definieras som det största troliga utsläppet.

Begreppet 'trolig' baserar sig på erfarenhetsmässiga bedömningar av de orsaker som kan leda till stora olyckor (IVA 1981).

I sällsynta fall kan ledningsbrott förekomma, då ofta beroende av yttre våld, dåliga svetsförband och/eller ålder och utmattning av materialet. Att bedöma sannolikheten för de olika händelserna är svårt, beroende på att det statistiska underlaget är litet. Detta faktum indikerar samtidigt att större skador är relativt sällsynta. För att belysa konsekvenserna av en allvarligare olyckshändelse väljer vi att ändå utföra beräkningar för en dylik skada.

Vid konsekvensanalyser är det brukligt att belysa förhållandena vid de väderförhållanden som ger de största riskavstånden. Vi väljer att utföra beräkningarna med vindhastigheten 2 m/s och stabil skiktning i atmosfären. Detta väder är en relativt vanlig vädertyp i Norrland och kan förekomma under klara kalla vinterdagar samt under klara sommarnätter och förmiddagar. Vid mulet väder eller under soliga sommardagar är atmosfären inte lika stabil och utspädningen av gasen går snabbare. Vid en vindstyrka på 5 m/s kommer de angivna koncentrationerna att mer än halveras. Området som påverkas vid ett utsläpp utgörs av en 60° sektor från utsläppspunkten i aktuell vindriktning.

Det är svårt att förutsäga hur människor som utsätts för ammoniak kommer att bete sig och därför också att förutsäga hur lång tid de exponeras för gasen. De kommer förmodligen att reagera på olika sätt. De som förstår vad som händer kommer snabbt att fly till gasfria områden. De som däremot inte förstår vad som hänt kan dröja kvar längre tid i gasmolnet. I rapporten angivna skador, där exponeringstiden inte är given, grundas på en exponeringstid av cirka trettio minuter."

I den preliminära rapporten beräknar FOA konsekvenserna av fyra fall varav de två viktigaste återges här.

5.3.6 Litet utsläpp utomhus – dimensionerande fall

"En skada på röret efter kondensorn medför att varm ammoniakvätska (28°C) läcker ut utomhus. Initialt kommer de vätskemängder som är samlade i kondensorn och kylmediebehållarna att läcka ut. Kärlen kommer att uppträda som 'kommunicerande kärl', vilket innebär att inget av dem kommer att vara tömt före det andra. Därefter kan läckaget pågå så länge

maskinerna går, och utsläppt mängd beror av vilken belastning kondensorn har samt tiden till dess man lyckas stänga maskineriet. Belastningen beror av hur mycket kyla som produceras vid tillfället.

Den kompressor som normalt är i drift har en maximal kapacitet att komprimera cirka 0,12 kg/s ammoniakgas från trycklöst tillstånd till 10 bars övertryck Vid normaldrift under mars månad går den på cirka en tredjedel av sin maximala kapacitet, d v s den 'producerar' cirka 0,04 kg/s.

Vid beräkningarna förutsätts en skada på röret med en hålarea på 10 mm^2. Denna skada kan betecknas som relativt stor. Skadan innebär ett läckage av 0,17 kg/s ammoniak. Om händelsen får pågå ostört kommer denna källstyrka att gälla under drygt två timmar, varefter den begränsas av produktionen av begränsad gas från kompressorn, d.v.s. 0,04 kg/s.

Sker utsläppet en lördag när anläggningen är obemannad kan man, p.g.a. ammoniaks starka karakteristiska doft, ändå förutsätta att larmet kommer relativt snabbt. Därför bedöms utsläppet pågå under en timme varefter jourhavande stängt av kompressorn och isolerat läckaget. Totalt har då cirka 600 kg ammoniak spridits till omgivningarna.

Är anläggningen bemannad när utsläppet börjar, stängs den avsevärt mycket snabbare och konsekvenserna blir små.

Andra driftsförhållanden ger samma beräkningsresultat för de första timmarna, varför denna händelse kan anses representativ.

5.3.7 Konsekvenser utomhus

I riktning mot bebyggelse kommer koncentrationerna inom den bildade lävaken att uppgå till cirka 500 ppm, men värden uppemot 1.000 ppm kan förekomma. Lävaken sträcker sig cirka 40 meter ut från byggnaden. Koncentrationer på 150 ppm uppnås inom cirka 200 meter och 50 ppm uppnås inom cirka 300 meter. Vid vindriktning ut över vattnet blir motsvarande avstånd för 150 ppm cirka 400 meter och för 50 ppm cirka 800 meter. Lävaken är densamma. Se kartbild bilaga 2.

Koncentrationer på 50 ppm innebär att man känner lindrig irritation av ammoniak i framför allt ögon och luftvägar. 150 ppm innebär att de flesta människor kommer att känna stark irritation. Ammoniakgasen inom lävaken innebär att människor påverkas kraftigt men bestående skador börjar uppträda först efter längre tids exponering, storleksordningen halvtimme till timme.

Avstånd (meter)	Maximal exponeringstid (minuter)	Största konsekvens
< 40	60	mycket kraftig irritation- lindriga skador
40-200	60	stark irritation- upplevs outhärdligt
200-300	60	lindrig irritation – stark irritation
> 300	60	stark doft - förnimmelse

Tabell 1. Sammanställning över förväntade konsekvenser vid utsläpp utomhus - Vindriktning mot bebyggelse

5.3.8 Konsekvenser inomhus

Med bibehållen ventilation (tre luftbyten per timme i affärslokal) i de närliggande byggnaderna (inom hamnområdet) kommer gasen snabbt att kunna förnimmas. Efter en timmes utsläpp kommer koncentrationen i byggnaderna att vara cirka 75-80 % av utomhuskoncentrationen. Detta innebär att inomhuskoncentrationen maximalt når till cirka 400 ppm i byggnader som ligger i absolut närhet, inom 40 meter, till fryshuset. På 200 meters håll når inomhuskoncentrationen når inomhuskoncentrationen maximalt strax över 100 ppm. Människorna kommer att känna stark irritation i ögon och luftvägar men inga bestående skador uppstår.

Vid snabbt avslagen ventilation i de närliggande byggnaderna kommer gasen knappast mer än förnimmas inomhus."

5.3.9 Stort utsläpp utomhus

"Med motsvarande beräkning för den större men mer osannolika skadan, rörbrott, får vi följande förlopp. Tömning av kondensor och kylmediebehållare går mycket snabbt, kondensorn är tömd efter cirka åtta sekunder och kylmediebehållarna är tömda efter cirka två minuter. Därefter avtar utsläppet under ytterligare någon minut till endast det som produceras via kompressorn. Denna källstyrka råder sedan till dess anläggningen är stoppad. Totalt släpps cirka 1.100 kilogram ammoniak ut under de inledande minuterna och därefter ytterligare något hundratal kilogram under den följande timmen.

5.3.10 Konsekvenser utomhus

De första minuterna

I detta fall blir förloppet mycket mer dramatiskt. De första tre till fyra minuterna kommer att medföra mycket höga koncentrationer. I lävaken når koncentrationerna uppemot 50.000 ppm. Från lävaken sprids ammoniak mot bebyggelse så att koncentrationer på 1.700 ppm når 500 meter bort, 500 ppm når 1.000 meter och 50 ppm når 3.000 meter bort. Över vattnet kommer avstånden att vara ungefär det dubbla.

Den höga koncentrationen av ammoniak som uppnås inom lävaken kommer att medföra omedelbara dödsfall för människor inom detta område. Inom något hundratal meter i vindriktningen uppstår snabbt dödliga skador eller skador som kräver massiva vårdinsatser. Människor som befinner sig mellan hundratalet meter och tusen meter bort kommer att känna mycket stark irritation i ögon och andningsvägar och kommer sannolikt att kräva någon form av vård. Mellan tusen och tretusen meter bort avtar symptomen från att upplevas som outhärdligt till att i bortre änden endast vara svagt irriterande eller enbart förnimbart.

Avstånd (meter)	Maximal exponeringstid (minuter)	Största konsekvens
< 40	1	dödliga skador
40-300	5	dödliga – svåra skador
300-1000	8	svåra – lindriga skador
1000- 3000	10	mycket kraftig irritation – lätt irritation
> 3000	15	stark doft - förnimmelse

Tabell 2. Sammanställning över förväntade konsekvenser, under inledningsskedet, vid stort utsläpp utomhus - Vindriktning mot bebyggelse

5.3.11 Därefter

Efter de inledande minuterna kommer koncentrationerna att snabbt avta och lävaken får en koncentration på maximalt 250 ppm. Koncentrationer över 50 ppm når då inte längre än 150 meter.

För människor som kommer in i området efter de inledande minuterna kommer konsekvenserna att vara något lindrigare än de som gäller för det dimensionerande fallet.

Avstånd (meter)	Maximal exponeringstid (minuter)	Största konsekvens
< 40	60	mycket kraftig irritation- kan upplevas outhärdligt
40-150	60	lätt irritation- kraftig irritation
> 150	60	stark doft - förnimmelse

Tabell 3. Sammanställning över förväntade konsekvenser, efter inledningsskedet, vid stort utsläpp utomhus - Vindriktning mot bebyggelse

5.3.12 Konsekvenser inomhus

En ventilationsrat på tre luftbyten per timme innebär att koncentrationerna i byggnaderna efter fem minuter uppgår till 15-20% av utomhuskoncentrationen. Motsvarande inläckning efter 10 minuter är cirka 30%.

Detta innebär att man i det allra närmaste området, inom 40 meter, kan uppnå inomhuskoncentrationer på flera tusen ppm. På 500 meters avstånd kan man få koncentrationer inomhus på uppemot 250-350 ppm och på 1.000 meters avstånd 150-200 ppm.

Stängs ventilationen snabbt av kommer inomhuskoncentrationerna att efter en timme nå upp till cirka 5% av utomhuskoncentrationen . Inom de få minuter som utomhuskoncentrationerna är höga hinner inte skadliga halter läcka in i byggnader med avslagen ventilation."

5.3.13 FOA:s slutliga rapport

I den publicerade rapporten beräknar FOA konsekvenserna av tre olika fall varav det viktigaste återges här.

5.3.14 Utsläpp utomhus - dimensionerande fall

"Den skada som efter föreslagna åtgärder skulle kunna ge de största konsekvenserna bedöms vara ett läckage från en rörledning inne i kondensorn. Ett utsläpp av vätskeformig ammoniak i kondensorn skulle kunna medföra att cirka 75 kg varm ammoniakvätska (28°C) läcker ut utomhus.

Vid beräkningarna förutsätts en skada på röret med en hålarea på 10 mm^2. Denna skada kan betecknas som relativt stor och ger ett läckage på 0,17 kg/s ammoniak. Vi förutsätter också att hela den utsläppta mängden förgasas omedelbart. Den totala utsläppstiden uppgår till cirka 8 minuter.

Vid ett läckage i en kondensor skulle en 'återkondensering' av en delmängd av utsläppet kunna ske då vätskestrålen träffar rörledningar och andra föremål som samlar upp strålen. Den mängd som 'återkondenseras' faller ner i ett vattenbad under kondensorn varvid hälften genast löser sig i vattnet och den andra hälften förgasas momentant. Detta förlopp innebär en lindring av konsekvenserna men har ej inkluderats i beräkningarna eftersom mängderna som tar den ena eller andra vägen är mycket svåra att kvantifiera.

5.3.15 Konsekvenser utomhus

Ammoniakkoncentrationerna inom byggnadens lävak kommer att uppgå till cirka 500 ppm, men punktvärden uppemot 1.000 ppm kan förekomma. Lävaken sträcker sig cirka 40 m ut från byggnaden. Koncentrationerna kommer sedan successivt att avta med ökande avstånd från byggnaden. I riktning mot bebyggelse sjunker koncentrationen till 150 ppm på ett avstånd av cirka 200 meter och 50 ppm på cirka 300 meter. Vid vindriktning ut över vattnet blir motsvarande avstånd för 150 ppm cirka 400 meter och för 50 ppm cirka 800 meter. Förhållandena i lävaken är desamma för alla vindriktningar. Kartbilden i bilaga 2 visar avståndet till koncentrationerna 50 och 150 ppm för alla tänkbara vindriktningar.

Koncentrationer på 50 ppm innebär att man känner uttalad lukt av ammoniak och några upplever lindrig irritation i framför allt ögon och luftvägar. 150 ppm innebär att de flesta människor kommer att känna irritation. Ammoniakgasen inom lävaken innebär att människor påverkas kraftigt men bestående skador uppträder först efter längre tids exponering, i storleksordningen halvtimme till timme.

Avstånd (meter)	Maximal exponeringstid (minuter)	Största konsekvens
< 40	10	lindriga skador
40-200	11	lindriga skador-irritation
200-300	12	irritation
> 300	14	uttalad lukt

Tabell 1. Sammanställning över förväntade konsekvenser vid utsläpp utomhus - Vindriktning mot bebyggelse

5.3.16 Sundsvalls Fryseri AB

I sitt överklagande till länsstyrelsen anför företaget följande:
"Vår anläggning besiktigas av SA varje år och skiljer sig icke från andra liknande anläggningar i Sverige.

Räddningsnämndens hänvisning till §43 anser vi inte vara tillämplig i detta fall.

Kostnaderna för de angivna åtgärderna bedömer vi preliminärt uppgå till 200.000 - 300.000 kronor exklusive moms. Kostnaden kan till och med bli högre pga följdkostnader som vi nu inte kan överblicka. För vårt företag är den inte "förhållandevis enkla åtgärder" som föreskrivs i Räddningsnämndens föreläggande.

Vi ifrågasätter också om vi inte är utsatta för en särbehandling såväl jämfört med frysanläggningar på andra orter i Sverige som jämfört med frysanläggningar inom Sundsvalls Kommun."

5.3.17 Statens räddningsverk

Räddningsverkets yttrande i ärendet är föranledd av en hemställan från länsstyrelsen. Närmare bestämt önskar länsstyrelsen få svar på följande frågor:
"Är det rimligt att räddningsnämnden, med anledning av planerad nyetablering, tillämpar 43 § RäL och ålägger anläggningsägaren att vidtaga de föreslagna åtgärderna när anläggningen tidigare inte bedömts utifrån den paragrafen?

Är det rimligt att anläggningsägaren själv skall bekosta säkerhetsåtgärderna när anledningen till föreläggandet inte föranletts av några byggnadstek-

niska, driftstekniska eller volymmässiga förändringar vid anläggningen? Är det rimligt att kommunen tar kostnaden eftersom det är ett kommunalt initiativ med ny detaljplan som är huvudanledningen till den uppkomna situationen. Kommunen förutsätts vara väl medveten om de verksamheter som innebär risker i hamnområdet. Om kommunen sedan avser genomföra nyetableringar inom ett känt riskområde borde väl kommunen också ta ansvar för konsekvenserna."

Det framgår av hemställan att länsstyrelsen bara har tillgång till den slutliga riskanalysen.

Innan Räddningsverkets tillsynsenhet avger sitt yttrande den 7/4 1999 låter man Jan Schyllander vid risk- och miljöavdelningen bedöma FOA:s slutliga riskanalys. I sin bedömning av den 7/11 1998 är Schyllander mycket kritisk och påtalar speciellt att rapporten helt saknar bedömningar eller beräkningar av sannolikheten för det aktuella utsläppet samt att de förelagda åtgärderna inte har föregåtts av en kostnads/nytta analys. Vidare besöker företrädare för tillsynsenheten Sundsvall och det aktuella fryshuset den 2/12 1998 samt träffar representanter för länsstyrelsen, Sundsvall-Timrå Räddningstjänstförbund, stadsbyggnadskontoret och Sundsvalls Fryseri AB. Räddningsverket erhåller även följande kompletterande handlingar av stadsbyggnadskontoret i Sundsvall:

- Stadsbyggnadskontorets beställning av riskanalysen av FOA i Umeå.
- Första utkastet av FOA:s riskanalys, som beskriver konsekvenserna under befintliga förutsättningar.
- Översiktsplan för Sundsvalls kommun antagen av kommunfullmäktige febr. 1998.
- Detaljplan för Sundsvalls inre hamn antagen av kommunfullmäktige sept. 1998.
- Fastighetsägare Hallström & Nisses Fastighets AB brev till Sundsvalls Fryseri AB angående föreläggande från räddningstjänsten.

5.3.18 Räddningsverkets yttrande

Räddningsverket finner att Sundsvalls Fryseri AB är en anläggning som omfattas av 43 § RäL och att de förelagda åtgärderna är rimliga med hänsyn till den riskreducerande effekten och anläggningens ålder. I sin argumentation konstaterar Räddningsverket först att en förutsättning för att en anläggning skall omfattas av bestämmelserna i 43 § RäL är att den verksamhet som bedrivs är av sådan art att en olyckshändelse kan orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön. Enligt Räddningsverket skall 'kan' uppfattas så att det föreligger en icke obetydlig sannolikhet för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön. Vidare finner Räddningsverket att FOA:s preliminära rapport visar att det finns en olyckshändelse (stort utsläpp vid kondensorn utomhus) som inom

några hundra meter leder till dödliga skador eller skador som kräver massiva vårdinsatser. Slutligen bifogar en Räddningsverket en sammanställning av olyckor i kemiska anläggningar där i flertalet fall ammoniak hanteras.

5.3.19 Länsstyrelsen

Länsstyrelsen konstaterar följande

"Fråga om tillämpligheten av 43 § RäL i detta ärende

Av 43 § RäL framgår det att vid en anläggning, där verksamheten innebär **fara** för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön är anläggningens ägare eller innehavare skyldig att i **skälig omfattning** hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta erforderliga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador.

Vad beträffar om en verksamhet innebär fara för att en olycka skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön, besvaras sådan fråga lämpligen genom att en riskanalys genomförs. I detta ärende har FOA – på beställning av Stadsbyggnadskontoret i Sundsvall – utfört en riskanalys rörande frysanläggningen i fråga. Enligt länsstyrelsens mening föreligger vissa brister i FOA:s riskanalys. Riskanalysen saknar beräkningar och bedömningar av sannolikheter för de fall som i analysen redovisade konsekvensberäkningar utförts för. Riskanalysens konsekvensanalys saknar en redovisning av osäkerheter i de antaganden som gjorts. Åtgärder som skulle kunna påverka sannolikheten för en olycka (olycksförebyggande) redovisas heller inte. Trots dessa redovisade brister finner länsstyrelsen att vad som ändå påvisats i ärendet genom FOA:s riskanalys, samt vad som övrigt framkommit i ärendet, vid en samlad bedömning får anses utgöra tillräckliga omständigheter i detta ärende för att rekvisitet **fara** skall anses uppfyllt i den mening som avses i 43 § RäL.

Det ovan redovisade ger vid handen att det får anses föreligga fara i detta fall att en olyckshändelse i anläggningen kan komma att orsaka allvarliga skador på människor och miljö. För att hindra eller begränsa att sådana skador inträffar är anläggningens ägare eller innehavare skyldig att i **skälig omfattning** hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidtaga erforderliga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador. Enligt länsstyrelsens mening framstår de åtgärder som bolaget ålagts att genomföra som skäliga till sin omfattning m m. Detta särskilt mot bakgrund av de konsekvenser som kan uppkomma vid ett tillbud på platsen.

Vid en samlad bedömning, samt med beaktande av ovan redovisade omständigheter, finner länsstyrelsen att den verksamhet som här är i fråga omfattas av bestämmelserna i 43 § RäL.

5.3.20 Föreläggandets laglighet m m

Av 54 § RäL framgår att inom kommunen utövar sådan nämnd som avses i 10 § denna lag den omedelbara tillsynen över efterlevnaden av denna lag och föreskrifter som har meddelats med stöd av lagen. I detta fall utgör Sundsvall-Timrå Räddningstjänstförbunds räddningsnämnd sådan nämnd som avses i 10 § denna lag, varför räddningsnämnden varit behörig att såsom tillsynsmyndighet besluta om om det föreläggande enligt 56 § RäL, som här är i fråga. Enligt länsstyrelsens mening föreligger inga brister – vare sig formella eller reella – i det beslutade föreläggandet. Vid sådant förhållande föreligger inte skäl för länsstyrelsen att ändra räddningsnämndens beslut.

5.3.21 Övrigt

Det förtjänar att påpekas att den omständigheten att den i detta ärende aktuella verksamheten inte funnits upptagen i kommunens räddningstjänstplan vid tidpunkten för föreläggandet inte utgjort hinder för nämndens beslut om föreläggande."

5.3.22 Länsrätten

"Länsrätten gör följande bedömning för att nämnden skall kunna meddela bolaget ett föreläggande, jämlikt 43 och 56 §§ räddningstjänstlagen krävs dels att verksamheten innebär fara att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön, dels att åtgärderna inryms i vad som avses med i skälig omfattning".

Länsrätten finner liksom Räddningsverket att då det i förarbetena används begreppet särskild fara", så indikerar detta att det är fråga om en icke obetydlig sannolikhet för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön. För att konstatera "fara" krävs således en riskbedömning av verksamheten. I bolagets verksamhet hanteras ammoniak som vid en olyckshändelse i verksamheten kan få allvarliga konsekvenser på människor och miljö. Verksamheten är belägen i ett hamnområde där många människor befinner sig samt i nära anslutning till en motortrafikled med frekvent trafik. Riskerna med bolagets verksamhet har analyserats av FOA och delvis även av Räddningsverket. Någon grund för att frångå länsstyrelsens bedömning av att verksamheten uppfyller rekvisitet "fara" har länsrätten ej kunnat finna.

Efter det har konstaterats att "fara" föreligger skall bedömas hur långt anläggningens ägares eller innehavares skyldigheter – att hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta erforderliga åtgärder – sträcker sig. I lagtexten används kriteriet "i skälig omfattning". Detta utvecklas i förarbetena och där sägs att åtgärderna måste framstå som skäliga med hänsyn till riskerna och kostnaderna för åtgärderna. Vidare anförs att en

avvägning måste göras mellan kostnaderna för att genomföra åtgärderna och den nytta de kan medföra. Bolaget har av Sundsvall-Timrå Räddningstjänstförbunds räddningsnämnd förelagts att vidta följande åtgärder:

A. Inbyggnad av kondensorns vätskeledningar och utforma det så att ett eventuellt utsläpp mynnar i maskinrummet. En ammoniaksensor placeras i inbyggnaden som vid larm stänger ventil mot kylmediebehållaren.
B. Placera en ammoniaksensor under kondensorn som vid larm stänger ventil mot kylmediebehållaren.
C. Kylmaskinrummet tätas och vid larm från ammoniaksensorerna ska ventilationsfläkten slås av, kompressorn stanna och ridåspjäll i ventilationsöppningen stängas.

Kostnaderna för dessa åtgärder har av bolaget uppgetts till mellan 200.000 kr och 300.000 kr exklusive mervärdesskatt. Bolaget uppger vidare att kostnaderna kan bli högre p g a följdkostnader som de i nuläget inte kan överblicka. Dessa kostnader skall således vägas gentemot risken för en olycka och nyttan av att genomföra åtgärderna. En brist i FOA:s utredning är att nyttan av de specificerade åtgärderna, i förhållande till fortsatt verksamhet utan åtgärder, inte framgår. Dock anser länsrätten att då följderna av en olycka i sitt värsta förlopp kan bli mycket allvarliga för människor och miljön får kostnaderna för de förelagda åtgärderna ändå inrymmas i vad som kan anses vara i skälig omfattning. Då förutsättningarna för en tillämpning av 43 § räddningstjänstlagen således är uppfyllda kan överklagandet inte bifallas."

Kommentar

Om man betraktar det aktuella ärendet ur ett beslutsteoretiskt perspektiv, så är den avgörande punkten hur man skall betrakta händelsen "rörbrott vid kondensorn". Skall man kräva att den händelsen skall ha en viss positiv sannolikhet för att den skall beaktas eller skall de räcka med att det är en möjlig enskild händelse som med en viss sannolikhet leder till allvarliga konsekvenser. Enligt FOA:s preliminära rapport skall händelsen förmodligen ha en viss positiv sannolikhet för att beaktas. FOA anför dock inget argument för att den aktuella händelsen uppfyller det kravet. Håkan Eriksson som är ansvarig för FOA:s rapport har uppgivit (telefonsamtal 23/2 2000) att FOA inte har utnyttjat någon statistik utan utgått från att rörbrott förekommer speciellt vid genomföringar där det är svårt att utföra inspektioner. Beträffande möjligheten att utnyttja befintlig statistik i detta sammanhang uppger Allan Sundgren SAQ Kontroll AB (telefonsamtal 23/2 2000) att de inte för sådan, och han betvivlar att det finns någon användbar statistik inom detta område. Räddningsverket och länsrätten tycks anse att det räcker att det är en möjlig händelse för att den skall beaktas. De anför dock inget argument för den ståndpunkten. De diskuterar inte heller vilka konsekvenser den ståndpunkten skulle få om den blev normerande. En möjlighet är att de utgått från den enskilda anläggningen: en mindre

anläggning med utrustning från 50-talet där rören under kondensorn inte kontrollerades regelbundet. Det finns dock inget i det tillgängliga materialet som tyder på detta. Det är också möjligt att Räddningsverket och länsrätten påverkats av att de föreslagna åtgärdena inte var speciellt kostsamma. Detta stöds dock inte heller av det tillgängliga materialet. Eftersom all användning av ammoniak innebär att stora utsläpp är möjliga om inte annars så vid tömning och påfyllning av ammoniak, så hade det varit önskvärt att Räddningsverket och länsrätten tydligare hade argumenterat för att händelsen "rörbrott under kondensorn" hade en särställning i förhållande till andra möjliga händelser. Det bästa hade förstås varit om man refererat till något material som visat att en sådan händelse inträffat eller varit nära att inträffa.

5.8 Fall 4. Skärhamns Frys AB

Detta fall kommer att behandlas tämligen utförligt eftersom det innehåller särskilt intressanta konflikter mellan kommunledningen och den lokala räddningstjänsten, och Räddningsverket i så stor utsträckning engagerat sig i fallet. Vidare föreligger det i detta fall en omfattande dokumentation som förtjänar en vidare läsekrets. Viktiga utdrag ur dokumentationen återges därför i bilaga 3. För att läsaren lättare skall kunna följa ärendets utveckling har de viktigaste händelserna samlats i två kalendarier nedan.

5.8.1 Ärendets utveckling

År 1997 pågår en ändring av detaljplanen för Södra Hamnen i Skärhamn eftersom ett nordiskt akvarellmuseum skall förläggas dit, se avsnitt LVIII - LX i bilaga 3. Då upptäcker räddningstjänsten i Tjörns kommun av en händelse att Skärhamns Frys AB, som ligger i Södra Hamnen i Skärhamn, använder ammoniak som köldmedium. Räddningstjänsten meddelar kommunchefen, se kalendariet nedan, att man ämnar kontakta Skärhamns Frys för att utröna om anläggningen faller under 43 § Räddningstjänstlagen. Vid möten med företaget bestäms det att Jan Johansson, JNN Contracting AB, skall utföra en riskanalys. Arbetet skall påbörjas i mitten av december och vara avslutat i mitten av februari 1998. Ett värderingsbart resultat skall föreligga i mitten av januari. Räddningstjänsten kompletterar även sitt tidigare yttrande över detaljplanen med ett konstaterande att resultatet av riskanalysen måste beaktas vid fastställande av detaljplan för Södra Hamnen. Efter en intensiv aktivitet under det första halvåret 1998, se kalendariet nedan, och som ett resultat av den gjorda riskanalysen antas en ny detaljplan för Södra Hamnen med vissa kompletteringar, se avsnitt XI i bilaga 3. De viktigaste kompletteringarna är följande:

- Till anläggningen ansluts utrustning med syfte att reducera ammoniak i utsläppsluften, minst 5 meter ovan mark, till högst 100 ppm, se rubriken störningsskydd. Denna utrustning skall i huvudsak finansieras med allmänna medel
- Riskanalysen ingår som ett tillägg till miljökonsekvensbeskrivningen i planförslaget.
- Följande åtgärdsplan i tre steg genomförs:

I. **Företaget** genomför, enligt fastställd tidsplan, de i riskanalysen föreslagna åtgärderna under avsnitt åtta "Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen".

II. **Kommunen** genomför följande åtgärder enligt riskanalysen:

A. en beredskaps-/insatsplanering genomförs av räddningstjänsten för före byggande åtgärder och för åtgärder som skall vidtas i samband med gaslarm/utsläpp.
Alarmeringssystem skall installeras.

B. samövning mellan räddningstjänsten, företaget och fastigheter/ verksamheter som är belägna inom närområdet.

C. runt anläggningen bör en brandsäker zon säkerställas.

D. Informationsplan/informationssystem med bl a kontinuerlig info till: boende, verksamheter och' besökande.

III. **Tekniska åtgärder** i anläggningen för att minska risken för omgivningen: Kommunen skall i samverkan med Länsstyrelsen, Räddningsverket m fl myndigheter genomföra ett projekt i syfte att vidta konkreta tekniska åtgärder i befintlig anläggning med anledning av tillägget till planen samt att skapa "goda exempel" för liknande anläggningar i landet. Projektet skall i första hand finansieras med allmänna medel från regional och nationell nivå. Ev återstående finansiering av projektet tar kommunfullmäktige ställning till i samband med att man godkänner förprojektering, investeringskalkyl och finansiering.

Not. Kraven under rubriken störningsskydd i detaljplanen fastställdes vid ett informellt möte mellan räddningschefen Håkan Bergstam och miljö- och hälsoskyddschefen Rolf Holmgren. Ett förslag till tekniska åtgärder förelåg vid sammanträdet, se avsnitt VII - X i bilaga 3.

Vidare beslutar kommunfullmäktige att antaga en reviderad räddningstjänstplan enligt vilken Skärhamns Frys är en anläggning som avses i 43 § Räddningstjänstlagen, se avsnitt XV i bilaga 3.

För att initiera det projekt som nämns under III ovan samlas representanter för företaget kommunen, länsstyrelsen och Räddningsverket till ett möte 18/6 1998, se avsnitt XII i bilaga 3. Av anteckningarna framgår det att kommunen önskar ett brett, forskningsinriktat projekt med representanter från länsstyrelsen, Räddningsverket, FOA, Naturvårdsverket och Boverket. Vidare önskar kommunen och Räddningsverket att länsstyrelsen skall leda projektet medan länsstyrelsen anser att kommunen skall göra det. Slutligen anser Räddningsverket att den befintliga riskanalysen är bristfällig, speciellt beträffande sannolikheter, och att man därför bör göra en ny.

Före nästa möte,12/8 1998, initierar Räddningsverket ett projekt i två delar varav den första skall utgöras av en detaljerad riskanalys av Skärhamns Frys, se avsnitt XVI i bilaga 3. Projektet skall utföras av DNV. Vid augustimötet, se avsnitt XVIII i bilaga 3, samlas representanter för företaget, kommunen, länsstyrelsen, DNV, Ammonia Partnership A/S och ÅF-RNK. Av anteckningarna framgår det att de tidigare tankarna på ett brett, forskningsinriktat projekt har förlorat i aktualitet. I stället skall projektet bestå av DNV:s uppdrag från Räddningsverket och förslag till säkerhetshöjande åtgärder i Skärhamns Frys från Ammonia och ÅF-RNK.

I november 1998 föreligger riskanalysen från DNV och förslag till säkerhetshöjande åtgärder från ÅF-RNK och JNN Contracting AB, se avsnitt

XX - XXII i bilaga 3. JNN:s förslag innebär att ammoniakbärande delar byggs in och att eventuella utsläpp tvättas i en skrubber. ÅF-RNK:s förslag innebär också att ammoniakbärande delar byggs in men att eventuella utsläpp ventileras ut genom en hög skorsten. Därefter uppdrar kommunen åt DNV att jämföra de olika förslagen. DNV:s jämförelse föreligger i januari 1999, se avsnitt XXVII i bilaga 3. I jämförelsen påvisas vissa svagheter i de båda förslagen. DNV avstår dock från att förorda något av dem.

Som en följd av denna jämförelse kompletterar ÅF-RNK sin beskrivning, se avsnitt XXXII i bilaga 3. Efter denna komplettering finner Räddningsverket och länsstyrelsen att de båda förslagen till säkerhetshöjande åtgärder är godtagbara ur säkerhetssynpunkt, se avsnitt XXXIV- XXXV i bilaga 3. Dessa skrivelser föranleder räddningstjänsten att fråga Räddningsverket vilket underlag man har för att påstå att ÅF-RNK:s förslag uppfyller bestämmelserna i detaljplanen. Räddningsverket undviker att besvara frågan utan upprepar bara att ÅF-RNK:s förslag är godtagbart ur säkerhetssynpunkt, se avsnitt XXXVI - XXXVII i bilaga 3.

På basis av länsstyrelsens yttrande beslutar kommunfullmäktige 7/6 1999 att förorda skorstensalternativet och uppdrar åt ÅF-RNK att påbörja en förprojektering, se avsnitt XXXIX i bilaga 3.

Under förprojekteringen begär räddningstjänsten i en skrivelse till projektgruppen, se avsnitt XLI i bilaga 3, att fristående expertis från FOA skall inkallas för att analysera om det föreslagna alternativet uppfyller kraven i detaljplanen. Denna skrivelse leder till att kommunstyrelsen i egenskap av räddningsnämnd beslutar att räddningstjänsten måste finna sig i att inga ytterligare utredningar skall företas, se avsnitt XLII och XLV i bilaga 3. När förprojekteringen är klar beslutar kommunstyrelsen att skorstensalternativet skall genomföras, se avsnitt XLVI och XLVII i bilaga 3. Det inkommer dock inget anbud. Istället föreslår SB Kylteknik i Skene en helt ny lösning som bl a innebär att mängden ammoniak minskas från 2,5 ton till ca 90 kg. Denna lösning antas av kommunstyrelsens arbetsutskott och genomförs, se avsnitt XLVIII och - L i bilaga 3.

När ombyggnaden är färdig begär Skärhamns Frys att man skall slippa att klassificeras som en § 43 anläggning. Räddningstjänsten anför i sitt yttrande att ett sådant beslut måste föregås av en ny riskanalys. Kommunstyrelsen beslutar 18/1 2001 att ett upphävande av statusen som en § 43-anläggning kräver en ny riskanalys som kommunen inte skall finansiera, se avsnitt LII - LV i bilaga 3. När den nya riskanalysen färdigställts begär Skärhamns Frys på nytt att slippa klassificeras som en § 43 anläggning. Räddningstjänsten har inget att erinra mot ett sådant beslut. Ärendet skall behandlas vid kommunstyrelsens sammanträde 13/9 2001.

5.8.2 Kalendarium - Skärhamns Frys

971022 Räddningstjänsten (Rtj) kontaktar Ingemar Karlsson (kommunchef) och Kaj Granberg (detaljpl. ark.) och informerar om förestående möte med *Skärhamns Frys.*

971103 Möte: Hans Wikberg (Rtj), Erling Fransson och Bo Bertelsen (*Skärhamns Frys*). Rtj får info om anläggningens storlek. Beslut om riskanalys.

971118 Möte: Hans Wikberg (Rtj), Jan Johansson (JNN) samt Erling Fransson och Bo Bertelsen (Skärhamns Frys). Beslut om tidplan för riskanalys. Beslut om tillsättande av en riskutredningsgrupp i vilken utöver ovanstående personer en representant från vardera miljö- och hälsoskyddsförvaltningen (MoH) och yrkesinspektionen skall ingå.

971119 Rtj kompletterar sitt yttrande över detaljplanen.

971210 Riskutredningsgruppen träffas, genomförandeplan diskuteras och beslutas.

971210 Kommunledningen informeras om genomförandeplanen.

971210 *Skärhams Frys* inspekteras av yrkesinspektionen.

971215 Räddningsnämnden informeras om pågående riskutredning.

980116 Riskutredaren informerar räddningstjänsten om steg 1 i riskanalysen.

980126 Kommunledningen informeras av riskutredaren och räddningstjänsten om resultatet av steg 1 i riskanalysen.

980204 Kontakt tas med Mattias Strömgren, Statens räddningsverk, angående planfrågan.

980205 Hans Terling, länsstyrelsen, informeras.

980306 Allmänheten informeras.

980317 Diskussion om ammoniakhanteringen. Närvarande: företaget, riskutredaren, kommunledningen, Räddningsverket, yrkesinspektionen, länsstyrelsen och räddningstjänsten.

980415 Steg 2 i riskanalysen färdigställd.

980506 Skrivelse från yrkesinspektionen till JNN Contracting AB med anledning av genomförd riskanalys.

980514 Kommunstyrelsen beslutar att föreslå att kommunfullmäktige antar detaljplanen.

980522 JNN lämnar en projektbeskrivning avseende säkring av *Skärhamns Frys* mot ammoniakutsläpp.

980527 Kommunledningen och företagsledningen sammanträder om JNN:s projektbeskrivning.

980528 Kommunfullmäktige antar detaljplanen.

980618 Sammanträde angående projekt *Skärhamns Frys AB* på länsstyrelsen.

980625 Kommunfullmäktige antar en reviderad räddningstjänstplan. Enligt denna plan är *Skärhamns Frys* en anläggning som avses i § 43 Räddningstjänstlagen.

980812 Sammanträde angående projekt *Skärhamns Frys AB* på länsstyrelsen.

981105 ÅF-RNK lämnar förslag till säkerhetshöjande åtgärder vid *Skärhamns Frys.*

981101 DNV:s riskanalys föreligger.

981202 ÅF-RNK inkommer med en komplettering av sitt tidigare förslag.

981228 *Skärhamns Frys* svarar på yrkesinspektionens inspektionsmeddelande av 981116.

990111 *Skärhamns Frys* får en underrättelse om ett eventuellt föreläggande från yrkesinspektionen.

990112 DNV:s kvalitativa bedömning av förslagen till säkerhetshöjande åtgärder vid *Skärhamns Frys* föreligger.

990215 Brev från JNN med anledning av DNV:s kvalitativa bedömning.

990216 *Skärhamns Frys* får ett föreläggande enligt 7 kap 7 § arbetsmiljölagen med vite från yrkesinspektionen.

990301 Kompletterande rapport från ÅF-RNK.

990326 Räddningsverkets bedömning av de olika förslagen till säkerhetshöjande åtgärder.

990416 Länsstyrelsens bedömning av de olika förslagen till säkerhetshöjande åtgärder.

990429 Skrivelse från Tjörns räddningstjänst till Räddningsverket med anledning av länsstyrelsens skrivelse av den 16/4 1999.

990511 Räddningsverkets svarar Tjörns räddningstjänst.

990604 Möte om skorstensalternativet.

990607 Kommunfullmäktige beslutar att förorda skorstensalternativet.

990609 Brand i Skärhamns Frys.

990615 Livsmedelsverket företar en rådgivande inspektion vid *Skärhamns Frys.*

990909 Skrivelse från Tjörns räddningstjänst till projektgruppen för ammoniakprojektet .

991007 Skrivelse från kommunchefen till kommunstyrelsen/ räddningsnämnden med anledning av räddningstjänstens skrivelse av den 9/9 1999.

991007 Yrkesinspektionen besöker *Skärhamns Frys.*

991012 *Skärhamns Frys* får en underrättelse om ett eventuellt föreläggande enligt 7 kap 7 § arbetsmiljölagen från yrkesinspektionen.

991014 Räddningsnämnden beslutar att räddningstjänsten skall godta skorstensalternativet utan ytterligare utredningar.

991104 Projektgruppen lämnar sitt förslag till ombyggnad av *Skärhamns Frys.*

991118 Kommunstyrelsen beslutar att godta projektgruppens förslag.

991201 SB Kylteknik lämnar ett alternativt förslag till ombyggnad av *Skärhamns Frys.*

991207 *Skärhamns Frys* får ett föreläggande enligt 7 kap 7 § arbetsmiljölagen med vite från yrkesinspektionen.

991209 Kommunstyrelsens arbetsutskott beslutar att godta SB Kyltekniks förslag.

000411 Yrkesinspektionen besöker *Skärhamns Frys.*

000416 Svar från *Skärhamns Frys* på yrkesinspektionens föreläggande.

000424 *Skärhamns Frys* begär att inte längre klassificeras som en § 43 anläggning.

000508 Räddningstjänstens yttrande över *Skärhamns Frys* begäran av den 24/4 2000.

010118 Kommunstyrelsen beslutar att inte finansiera den riskanalys som skall genomföras för att kunna häva anläggningens status som § 43-anläggning.

010730 AJ Engineerings riskanalys föreligger.

010731 *Skärhamns Frys* begär att inte längre klassificeras som en § 43 anläggning.

010829 Räddningstjänstens yttrande över AJ Engineerings riskanalys.

5.8.3 Kalendarium - Akvarellmuseet

970619 Kommunfullmäktige beslutar att uppföra ett nordiskt akvarell-museum i södra hamnen Skärhamn.

970918 Kommunstyrelsen fattar beslut om projektledare tom upprättandet av systemhandlingar.

971106 Kommunstyrelsens arbetsutskott fattar beslut om upphandling av konsulttjänster.

980813 Kommunstyrelsen fattar beslut om projektledarens uppdrag, se under 970918 ovan.

981015 Kommunstyrelsen fattar beslut om entreprenör för grundläggning.

981217 Kommunfullmäktige fattar beslut om finansiering av byggandet av akvarellmuseet.

990211 Kommunstyrelsen fattar beslut om projektledare under byggskedet.

990414 Kommunstyrelsen godkänner entreprenad för uppförande av museet.

990506 Kommunstyrelsens arbetsutskott godkänner entreprenader.

991118 Kommunstyrelsen beslutar om byggstart för etapp 2.

000511 Kommunstyrelsen beslutar om upphandling av inredning.

Kommentar

I detta ärende finns det anledning att kommentera dels de beslut som kommunfullmäktige och kommunstyrelsen fattat vid olika tillfällen dels underlagen för dessa beslut i form av riskanalyser och uttalanden av experter och myndigheter. Kommentarerna ordnas efter beslut i kronologisk ordning.

A.Kommunfullmäktiges beslut avseende detaljplan för Södra hamnen, Skärhamn (XI i bilaga 3)

A.1 Rimligheten i att tillåta en förtätning i Södra hamnen

Underlaget för beslutet utgörs i första hand av JNN:s riskanalys och av JNN:s projektbeskrivning, se I och VIII i bilaga 3. Av diskussionen nedan torde det framgå att det knappast förelåg ett tillfredsställande underlag för att tillåta en förtätning.

A.1.1 JNN:s riskanalys

Förtjänster

Analysen ger en god anläggningsbeskrivning inkluderande såväl flödesschema som historik. Den innehåller vidare både en teknisk och en administrativ säkerhetsgranskning. Den tekniska säkerhetsgranskningen är utförd i form av 23 analysscheman som behandlar lika många riskkällor. Beskrivningen av riskkällorna är tydlig. Detsamma gäller om konsekvensbeskrivningarna. Den administrativa säkerhetsgranskningen är utmärkt och ger en god bild av säkerhetskulturen vid anläggningen.

Brister

Den tekniska säkerhetsgranskningen saknar ett avsnitt som förklarar varför den valda uppdelningen i 23 riskkällor resulterar i en heltäckande analys. Inget underlag för sannolikhetsuppskattningarna i den tekniska säkerhetsgranskningen anges. Senare har Jan Johansson uppgivit (telefon maj 2000) att uppskattningarna bygger på hans erfarenhet av ett tämligen stort antal liknande anläggningar. I uppskattningarna har han även beaktat det bristande underhållet. Med tanke på uppgifterna från SAQ i samband med Sundsvallsfallet ovan, så är det inte helt klart att det går att ge välgrundade sannolikhetsuppskattningar för rörbrott i liknande anläggningar. Det hade dock varit önskvärt om Jan Johansson tydligare hade angivit underlaget för sina sannolikhetsuppskattningar. Gasspridningsberäkningarna utgår endast från ett tänkt fall och beaktar inte meteorologiska data. Under juli 1998 kompletterade Jan Johansson analysen med vinddata från Måseskär. Stabilitetsklasser beaktas dock inte alls.

A.1.2 JNN:s projektbeskrivning

Förtjänster

Utgångspunkten är att presentera en lösning som uppfyller detaljplanens krav under rubriken störningsskydd.

Brister

Jan Johansson anvisar en tämligen dyrbar lösning som också är underhålls-

krävande utan att argumentera för att ingen enklare lösning är tillgänglig. Han diskuterar inte heller vad som kommer att inträffa vid bristande underhåll trots att han konstaterat sådant i sin riskanalys.

A.2 Tillägg till den ursprungliga detaljplanen

A 2.1 Störningsskydd

Under denna rubrik gjordes följande tillägg: "Till anläggningen ansluts utrustning med syfte att reducera ammoniak i utsläppsluften, minst 5 meter över mark, till högst 100 ppm, för att därmed minimera hälsoriskerna för omgivningen."

Beträffande detta tillägg kan man först konstatera att utsläppsriskerna i samband med tömning och fyllning av ammoniak uppenbarligen har ansetts som acceptabla eftersom de inte beaktas i kommunfullmäktiges beslut. En möjlig förklaring till detta är att JNN:s riskanalys anger en högsta utsläppsmängd av 50 kg i detta sammanhang, se analysschema 22. Detta i kontrast till DNV som anger 2,4 ton som maximal utsläppsmängd i samband med tömning/fyllning. Denna diskrepans förklaras i sin tur av att JNN inte räknar in ammoniakmängden i tankbilen. I övrigt kan man notera att kommunfullmäktige uppenbarligen ansåg att förslaget i JNN:s projektbeskrivning hade goda utsikter att uppfylla villkoret ovan. Det hade naturligtvis varit önskvärt att detaljplanen istället hade innehållit ett krav som tydligare varit formulerat i probabilistiska termer, dvs som angett högsta tillåtna sannolikhet för olika utsläppsnivåer. Det bör även noteras att lagenligheten i kravet informellt ifrågasatts av personal från Räddningsverket. Länsstyrelsen syns dock inte ha haft några invändningar mot det.

A 2.2 Tekniska frågor

Under rubriken **C. Tekniska åtgärder** i anläggningen för att minska risken för omgivningen: står följande: "Kommunen skall i samverkan med Länsstyrelsen, Räddningsverket m fl myndigheter genomföra ett projekt i syfte: att vidta konkreta tekniska åtgärder i befintlig anläggning med anledning av tillägget till planen samt att skapa "goda exempel" för liknande anläggningar i landet.

Projektet skall i första hand finansieras med allmänna medel från regional och nationell nivå. Ev återstående finansiering av projektet tar kommunfullmäktige ställning till i samband med att man godkänner förprojektering, investeringskalkyl och finansiering."

Denna passus var föranledd av att kommunen ansåg att kostnaden för att minska för omgivningen enligt JNN:s projektbeskrivning var så hög, 5,8 miljoner, att man önskade och hoppades få bidrag från länet i första hand och från Räddningsverket i andra hand (tel samtal med Ingemar Karlsson 8/11

2000). Dessa förhoppningar kom inte att infrias bl a på grund av det pressade tidsschemat för akvarellmuseet.

Sammanfattning

Kommunfullmäktiges beslut 28/5 1998 att tillåta en förtätning i södra hamnen var knappast välgrundat.

B. Kommunfullmäktiges beslut, KF § 72 1998-06-25, att antaga en reviderad räddningstjänstplan för Tjörns kommun (XV i bilaga 3)

Det i detta sammanhanget relevanta avsnittet gäller beslutet att klassificera Skärhamns frys som en §43 anläggning. Underlaget för detta beslut torde vara JNN:s riskanalys. Beslutet framstår som välgrundat.

C. Kommunfullmäktiges beslut, KF § 91 1999-06-07, att uppdraga åt kommunstyrelsen att genomföra skorstens-alternativet (XXXIX i bilaga 3)

Inför detta beslut förelåg ett antal utredningar och skrivelser. Innan själva beslutet kommenteras kan det vara lämpligt att något kommentera dessa utredningar och skrivelser. Det görs i kronologisk ordning.

C.1 Jan Johanssons projektbeskrivning Säkring av Skärhamns Frys mot ammoniakutsläpp version 2/11 1998 (XX i bilaga 3)

Denna projektbeskrivning är en lätt modifiering av JNN: s tidigare beskrivning, se avsnitt VIII i bilaga 3. Den enda viktiga skillnaden är att den uppskattade kostnaden sjunkit från 5,8 milj till 3,6 milj.

Förtjänster

Den främsta förtjänsten med Johanssons beskrivning är att den föreslår en teknisk lösning som avser att uppfylla ett väldefinierat krav, i detta fall det krav som återfinns i KF:s beslut 28/5 1998.

Brister

Den främsta bristen med Johanssons beskrivning är att den inte innehåller något tydligt argument för att den föreslagna lösningen uppfyller kravet i KF:s beslut 28/5 1998. Framförallt bör det framhållas att Johanssons förslag är förhållandevis komplicerat och underhållskrävande. Detta i förening med Johanssons tidigare konstateranden av bristande underhåll i anläggningen utgör inget stöd för att kravet kommer att vara uppfyllt under en längre tid. De stora skillnaderna i kostnadsuppskattningirna inger också en viss oro.

Det bör också noteras att Johanssons förslag innebär en icke obetydlig ekonomisk risk för kommunen på grund av tämligen höga underhållskostnader i förening med kommunens överenskommelse med företaget, se avsnitt X i bilaga 3.

C.2 ÅF-RNK:s förslag till ombyggnad av kylanläggning för att minska risker för ammoniakutsläpp 5/11 och 2/12 1998 (XXI i bilaga 3)

Förtjänster

Den föreslagna lösningen är förhållandevis billig: investering 2 milj, begränsad ökning av driftkostnaderna.

Brister

Det framgår inte av beskrivningen vilket krav som den föreslagna lösningen skall uppfylla. I beskrivningarna står det enbart att ombyggnadsalternativet föreslagits med beaktande av synpunkter från besiktningar och riskanalyser. Detta är förvånande eftersom ÅF-RNK torde ha känt till kraven enligt detaljplanen, se XVIII i bilaga 3

C.3 DNV:s riskanalys (XXII i bilaga 3)

Förtjänster

Analysen är föredömligt klar. Uppdelningen av anläggningen i delsystem är gjord efter en tydlig princip. Källorna till indata är i allmänhet noggrant redovisade. Beräkningarna av individ- och samhällsrisk är lätta att följa.

Brister

Den främsta bristen finns i framtagandet av felsannolikheterna. DNV utgår från egna databaser som sägs vara representativa för nordamerikanska och västeuropeiska processanläggningar. Det anförs inget argument för det lämpliga i att använda felfrekvenserna i dessa databaser för att uppskatta sannolikheterna för olika slags rörbrott i Skärhamns Frys som är en liten anläggning i ett tämligen utsatt läge och där produktionen ligger nere under tre månader av året. Inga uppgifter finns om tryck eller material i ledningarna. Risk för rörbrott på ställen där inspektion är besvärlig såsom vid genomföringar i väggar och tak beaktas inte explicit. En mindre defekt är att underlaget för vindrostabellerna i bilaga 1 inte är tydligt angivna. Det hade även varit värdefullt om det hade framhävts tydligt att sannolikheten för ett årligt utsläpp vid kondensorn ca 3% enligt DNV:s beräkningar.

C.4 DNV:s kvalitativa bedömning av förslag till säkerhetshöjande åtgärder för Skärhamns Frys (XXVII i bilaga 3)

Detta dokument är mycket märkligt. Efter DNV:s omfattande och kostsamma riskanalys av den befintliga anläggningen hade man väntat sig att DNV skulle ha fått i uppdrag att göra någon form av motsvarande riskanalys avseende såväl anställda som 3:e man av dels en anläggning ombyggd enligt JNN:s förslag dels en anläggning ombyggd enligt ÅF-RNK:s förslag och naturligtvis vid behov begära in förtydliganden från respektive förslagsställare. Istället har DNV fått i uppdrag att göra en kvalitativ bedömning av de två förslagen och därvid producerat ett antal i och för sig kloka påpekanden som inte på något sätt kan utgöra en grund för en uppskattning av riskerna för de anställda eller för 3:e man givet de olika förslagen och inte heller för ett val mellan dem eller för något annat förslag. Vidare har DNV uppenbarligen inte kontaktat förslagsställarna för förtydliganden eller kompletteringar. Detta har i synnerhet drabbat JNN:s förslag.

Den första slutsatsen i rapporten förtjänar ett särskilt omnämnande. DNV påstår att en jämförelse mellan förslagen är svår att göra eftersom underlagen inte bygger på en gemensam kravspecifikation. Det framstår för mig som en gåta hur en sådan omständighet kan försvåra en riskanalys baserad på de två förslagen. Det är ju en sådan jämförelse som DNV i första hand borde ha fått i uppdrag att göra.

C.5 Utsläpp av köldmedium NH3, Rapport från ÅF-RNK 1/3 1999 (XXXII i bilaga 3)

Denna rapport, som beställts av länsstyrelsen och Räddningsverket, innehåller en utvärdering av det egna förslaget till ombyggnad av Skärhams Frys. I rapporten betonas att den egna lösningen innebär strängare krav än dem som finns i Svensk Kylnorm. Vidare diskuteras vissa läckagerisker varvid särskild uppmärksamhet ägnas åt läckage som kan förebyggas genom tillsyn och underhåll och sådana som inte kan det. Slutligen diskuteras effekterna av ett större utsläpp i kylmaskinrummet. Rapporten utgör ingen riskanalys av anläggningen efter ombyggnad.

C.6 Skrivelse från Räddningsverket till länsstyrelsen 26/3 1999 (XXXIV i bilaga 3)

Två påståenden bör särskilt framhållas:

1. Utvärderingen av två tekniska förslag för riskreduktion från JNN Contracting AB samt från ÅF-RNK har varit svår att göra eftersom de tillgängliga underlagen inte vilade på en gemensam kravspecifikation.
2. Under förutsättning att de olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder som föreslås i den kvantitativa riskanalysen uppfylls, att svensk

kylnorm tillämpas fullt ut samt att någon av de bägge studerade tekniska lösningarna rörande skrubber eller inbyggnad med skorstensventilation genomförs, så torde säkerheten vid anläggningen vara tillfredsställande hög.

Beträffande 1. är det svårt att förstå att inte Räddningsverket prioriterar olycksriskerna för tredje man. I det avseendet torde alla vara överens om att JNN:s förslag är bättre än ÅF-RNK:s förslag så länge som det förra underhålls ordentligt.

Beträffande 2. bör man erinra sig att Räddningsverket vid mötet på länsstyrelsen i juni 1998, se XII i bilaga 3, främst varit kritiskt till behandlingen av sannolikheter i JNN:s riskanalys och i beskrivningen av projektet ovan, se XVI i bilaga 3, betonat beräkningen av individ- och samhällsrisk. Mot denna bakgrund framstår 2. som mycket märkligt eftersom inga riskberäkningar gjorts för de föreslagna tekniska lösningarna.

C.7 Skrivelse från Länsstyrelsen till Kommunstyrelsen 16/4 1999 (XXXV i bilaga 3)

Följande påstående i skrivelsen förtjänar att lyftas fram:

Länsstyrelsen bedömer att de båda förslagen tillgodoser skäliga krav på säkerhet enligt detaljplanens villkor.

Som en påminnelse kan det påpekas att detaljplanens krav på säkerhet bestod i att "Till anläggningen ansluts utrustning med syfte att reducera ammoniak i utsläppsluften, minst 5 meter över mark, till högst 100 ppm, för att därmed minimera hälsoriskerna för omgivningen". Som vi har sett ovan så finns det inget material som visar att någon av de föreslagna lösningarna uppfyller detaljplanens krav på säkerhet. Vad värre är, det är inte klart vilka krav på säkerhet som de föreslagna lösningarna uppfyller. Det är mycket märkligt att detta har undgått länsstyrelsen.

Kommentar till kommunfullmäktiges beslut 7/6 1999 (XXXIX i bilaga 3)
Av kommentarerna ovan framgår det att det KF:s beslut att förorda skorstensaltarnativet inte var sakligt grundat eftersom det är klart att kraven i detaljplanen inte var uppfyllda. Det skulle kanske kunna ursäktas med att dessa krav hade tillkommit i panik och att det istället hade varit lämpligare att uppställa andra krav. Frånsett det allmänt betänkliga i att först formulera och offentliggöra krav och sedan bortse från dem, så kan inte denna utväg användas i detta fall eftersom det inte fanns några specifika krav som skorstensalternativet uppfyllde.

D. Kommunstyrelsens beslut 14/10 1999 (XLV i bilaga 3)

Beslutet innebar att räddningstjänsten skulle godta Länsstyrelsens och Räddningsverkets bedömning som inriktning för det fortsatta arbetet med "ammoniakprojektet" samt att ingen ytterligare utredning av de säkerhetshöjande åtgärderna skulle genomföras. Beslutet togs på initiativ av kommunchefen, se XLII i bilaga 3, sedan Tjörns räddningstjänst begärt att FOA skulle utvärdera resultatet av förprojekteringen, se XLI i bilaga 3.

Kommunstyrelsens rädsla för en oberoende granskning är förståelig med tanke på det rådande läget (byggandet av akvarellmuseet pågick, se kalendariet ovan) men kan knappast försvaras.

E. Kommunstyrelsens beslut 18/11 1999 (XLVII i bilaga 3)

Beslutet innebar ett godkännande av "miljöprojekt - ombyggnad av kyl- och frysanläggning" dvs skorstensalternativet, se XLVI i bilaga 3, utan någon riskanalys. Beslutet kan inte försvaras.

F. Beslut av Kommunstyrelsens arbetsutskott 9/12 1999 (L i bilaga 3)

Beslutet innebar att SB-kyltekniks förslag till ombyggnad av Skärhamns frys, se XLVIII i bilaga 3 godkändes utan någon riskanalys och utan någon utredning av det lämpliga i att använda R404A som köldmedium. Beslutet kan inte försvaras.

G. Kommunstyrelsens beslut 18/1 2001 (LV i bilaga 3)

Beslutet innebar att upphävandet av Skärhamns Frys status som § 43-anläggning skall föregås av att en riskanalys genomförs och att kommunen inte skall finansiera denna riskanalys. Beslutet är knappast kontroversiellt.

H. Kommunstyrelsens beslut 13/9 2001 (LVIII i bilaga 3)

Underlaget för beslutet utgörs av AJ Risk Engineering AB:s riskanalys (se LVI i bilaga 3) och räddningstjänstens yttrande över denna (se LVII i bilaga 3). Om man betraktar riskanalysen, så slås man av hur summarisk den är: den innehåller ingen beskrivning av anläggningen eller av säkerhetskulturen. Vidare anges inget underlag för den ansatta sannolikheten för den dimensionerande händelsen. Däremot föreligger det en beräkning av källstyrkan inom- och utomhus och en spridningsberäkning för ett tämligen ogynnsamt fall. Det senare kan man sluta sig till från de vinddata som Jan Johansson och DNV utnyttjat i tidigare riskanalyser. Analysen innehåller även det viktiga

påpekande att exponeringen för ammoniakgas kommer att vara så kortvarig att man kan tolerera en tämligen hög dos. Vid ett telefonsamtal har Anders Jakobsson uppgivit att man bara önskade en riskanalys av det slag som han gjorde. Han har också uppgivit att han inte alls blivit informerad om kraven under störningsskydd i detaljplanen. Med tanke på förhistorien hade det naturligtvis sett snyggare ut om det hade funnits ett ordentligt beslutsunderlag för kommunstyrelsens beslut.

5.9 Reflektioner

Den första reflektionen som ovanstående fallstudier föranleder är att ingen beslutsfattare eller utförare av riskanalyser använder sig av ett beslutsteoretiskt synsätt. Speciellt anmärkningsvärt är att ingen bemödar sig om att upprätta en konsekvensbeskrivning som anger följderna inom fem, tio, tjugo år etc. Vidare är inte en lämplig tidshorisont ens föremål för en diskussion i något av fallen.

5.9.1 Tidshorisonter

(i) I Stenungsund är det klart att tidshorisonten för bostadsbebyggelsen är tämligen avlägsen, säg 50 år. Den bör också vara minst lika avlägsen för storindustriområdet eftersom oljan till Sverige från Mellanöstern i stor utsträckning kommer att fraktas dit.

(ii) I fråga om Liseberg är det även rimligt att ansätta en avlägsen tidshorisont eftersom nöjesverksamhet har behållit sin popularitet trots stora förändringar i samhället. Vidare är det rimligt att räkna med hög trafik intensitet under överskådlig tid.

(iii) I Sundsvall är det svårare att välja tidshorisont eftersom det gäller lokalisering av kommersiell verksamhet . Vidare är Sundsvallsfallet något speciellt då frysanläggningen skall omlokaliseras i februari 2002.

(iv) I Skärhamn är det rimligt att ansätta en avlägsen tidshorisont för akvarellmuseet och småbåtshamnen. Däremot kan det vara svårare och känsligare att bedöma hur länge Skärhamns frys kommer att fortsätta sin verksamhet. Därför kan det vara rimligt att ansätta några alternativ i detta fall.

5.9.2 Typ av beslut

(i) I Stenungsund kommer initiativet från en markägare. Därför har vi ett klart fall av ett satisfieringsbeslut där bevisbördan rimligtvis ligger på exploatören.

(ii) I fråga om Liseberg är situationen något mer komplicerad eftersom Göteborgs stad är ägare till Liseberg. Formellt sett är det naturligtvis ett satisfieringsbeslut men staden borde nog ha behandlat det som ett optimeringsproblem.

(iii) I Sundsvall är det ett optimeringsproblem eftersom kommunen är markägare.

(iv) I Skärhamn är det ett optimeringsproblem eftersom kommunen är markägare.

5.9.3 Val av ram

Stenungsund, Sundsvall och Skärhamn är tämligen små kommuner. Därför är det inte klart att de behandlade fallen bör behandlas inom en vidare ram. Göteborgs stad är däremot en stor kommun. Därför hade man väntat sig att Göteborg hade formulerat en policy som i större utsträckning skulle ha påverkat handläggningen av Lisebergsärendet.

5.9.4 Behandling av osäkerheter

Allmänt sett gäller det att först bestämma sig för om det är rimligt att behandla en viss osäkerhet probabilistiskt eller ej. I de behandlade fallen är den frågan tämligen enkel att besvara. I Stenungsund är det inte rimligt att behandla utvecklingen av storindustriområdet probabilistiskt eftersom tidshorisonten är för avlägsen. I de övriga fallen är det dock rimligt att använda en probabilistisk ansats eftersom det finns ett underlag för att ange hur ofta vissa händelser inträffar. I inget av fallen är det dock rimligt att ansätta numeriskt precisa sannolikheter. Som vi har sett ovan utgör denna omständighet inget avgörande hinder för att behandla osäkerheterna probabilistiskt.

Bilaga 1

Denna bilaga innehåller en kortfattad genomgång av de grundläggande begreppen och resultaten i elementär sannolikhetsteori som ju utgör fundamentet för den klassiska beslutsteorin.

Utgångspunkten för elementär sannolikhetsteori är **ändliga stokastiska experiment** såsom ett bestämt antal kast med ett mynt eller ett bestämt antal kast med ett antal tärningar och de **utfall** som dessa experiment kan resultera i. Klassen av alla möjliga utfall kallas experimentets **utfallsrum**. Eftersom sannolikhetsteorin söker ge en matematisk behandling av stokastiska experiment, så använder den sig av en abstrakt terminologi som har visat sig ändamålsenlig. Istället för utfall talar man om **händelser** med utfallsrummet som den **säkra** händelsen. Dessa händelser kan sedan kombineras med varandra till nya händelser, t ex är **skärningen** mellan två händelser H_1 och H_2 ($H_1 \cap H_2$) den händelse som inträffar när både H_1 och H_2 inträffar, **unionen** mellan två händelser H_1 och H_2 ($H_1 \cup H_2$) den händelse som inträffar när minst en av H_1 eller H_2 inträffar och **komplementet** till H (-H) den händelse som inträffar när den säkra händelsen men inte

H inträffar. Vidare är **den omöjliga händelsen** $\varnothing = -S$, och två händelser H_1 och H_2 är **disjunkta** om $H_1 \cap H_2 = \varnothing$. Terminologin förklaras av att den säkra händelsen vanligen representeras av en mängd och alla andra händelser som delmängder till denna.

Exempel. Låt experimentet bestå i att en tärning kastas fyra gånger. Den säkra händelsen kan då representeras av mängden $S = \{(i,j,k,m) \mid 1 = i,j,k,m = 6\}$varvid den avsedda tolkningen är att en mängd "inträffar" om något element i den inträffar. Vidare skall (i,j,k,m) ses som en förkortning av 'det första kastet ger i, det andra ger j, det tredje ger k och det fjärde ger m'. Om H_1 är händelsen att de två första kasten ger jämna tal och H_2 är händelsen att de två första kasten resulterar i tal som är högst tre så är $H_1 \cap H_2$ händelsen att de två första kasten ger två. Vidare är $H_1 \cup H_2$ händelsen att de två första kasten inte ger fem och $-H_1$ händelsen att minst ett av de första två kasten ger ett udda tal.

Representationen av händelser som mängder syftar till att förenkla den matematiska beskrivningen av sannolikheter. Däremot är den i andra avseenden otymplig, och jag kommer därför bara att använda den när det är nödvändigt.

Till varje utfall av ett ändligt stokastiskt experiment associerar vi ett icke-negativt tal som anger hur troligt det utfallet är. Eftersom 'troligt' enklast förstås som 'troligt i förhållande till den säkra händelsen' är det naturligt att använda tal mellan 0 och 1. I de enklaste och viktigaste fallen indelas den säkra händelsen S i ett antal enkla händelser $E_1,\ldots,E_n$ som alla är lika sannolika. Sannolikheten för var och en av dem blir alltså $1/n$. Sannolikheten för en godtycklig händelse H blir sedan lika med summan av sannolikheterna för de enkla händelser som utgör H, t ex är sannolikheten för $E_1 \cup E_2 \cup E_3 \cup E_4 = 4/n$. Mer allmänt är **ett sannolikhetsmått** på ett ändligt utfallsrum S en funktion P som tilldelar ett icke-negativt tal P(H) till varje delmängd H till S. Vidare skall det gälla att $P(S) = 1$ och att $P(H_1 \cup H_2) = P(H_1)+P(H_2)$ om H_1 och H_2 är disjunkta.

Eftersom $H \cup \varnothing = H$, så är $P(H) = P(H)+P(\varnothing)$. Alltså är $P(\varnothing) = 0$.
Vidare är $P(-H) = 1-P(H)$ eftersom $P(H \cup -H) = 1$. Dessutom får vi att $P(H_1 \cup H_2) = P(H_1)+P(H_2)-P(H_1 \cap H_2)$ eftersom $P(H_1 \cup H_2) = P(H_1 \cap -H_2)+P(-H_1 \cap H_2)+P(H_1 \cap H_2)$, $P(H_1) = P(H_1 \cap -H_2)+P(H_1 \cap H_2)$ och $P(H_2) = P(-H_1 \cap H_2)+P(H_1 \cap H_2)$.

Om $P(H_2) > 0$, så definieras sannolikheten för H_1 **givet** H_2 ($P(H_1/H_2)$ som $P(H_1 \cap H_2)/P(H_2)$. Vidare säger vi att $P(H_1)$ är **oberoende** av $P(H_2)$ om $P(H_1) = P(H_1/H_2)$. Om $P(H_1) > 0$ och $P(H_2) > 0$, så är alltså $P(H_1)$ **oberoende** av $P(H_2)$ om $P(H_2)$ är **oberoende** av $P(H_1)$ om $P(H_1)*P(H_2) = P(H_1 \cap H_2)$. Något generellare säger vi att två klasser av händelser $\{A_1,\ldots,A_n\}$ och $\{B_1,\ldots,B_m\}$ är **stokastiskt oberoende** om $P(A_i)*P(B_j) = P(A_i \cap B_j)$ för $1 = i = n$, $1 = j = m$.

Låt S vara den säkra händelsen. En **stokastisk variabel** är en reellvärd funktion på S. Om A är en händelse, så kallas den stokastiska variabel som antar värdet 1 för alla element i A och värdet 0 för alla element i -A för A:s **karakteristiska funktion** (k_A). Karakteristiska funktioner har bl a följande egenskaper: $A \supseteq B$ om $k_A = k_B$, $k_{-A} = 1-k_A$, $k_{A\cap B} = k_A*k_B$, $k_{A\cup B} = k_A+k_B - k_{A\cap B}$. Om $\{A_1,\ldots,A_n\}$ är en indelning av S i disjunkta delmängder, så är $X = x_1*k_{A_1}+\ldots+x_n*k_{A_n}$ en **enkel stokastisk variabel**.

Låt $X = x_1*k_{A_1}+\ldots+x_n*k_{A_n}$ vara en enkel stokastisk variabel. Då är **X:s väntevärde** (E(X)) lika med $x_1*P(A_1)+\ldots+x_n*P(A_n)$. Väntevärden uppfyller följande enkla villkor: $E(c*X) = c*E(X)$, $E(X) = 0$, om $X = 0$ och $E(X) = E(Y)$ om $X = Y$. Vidare gäller följande grundläggande likhet:

Additionssatsen. $E(X+Y) = E(X)+E(Y)$.
Bevis. Sätt $X = x_1*k_{A_1}+\ldots+x_n*k_{A_n}$ och $Y = y_1*k_{B_1}+\ldots+y_m*k_{B_m}$.
Då är $E(X)+E(Y) = x_1*P(A_1)+\ldots+x_n*P(A_n)+y_1*P(B_1)+\ldots+y_m*P(B_m) = (x_1+y_1)*P(A_1\cap B_1)+\ldots+(x_i+y_j)*P(A_i\cap B_j)+\ldots+(x_n+y_m)*P(A_n\cap B_m)$. Vidare är $E(X+Y) = E((x_1+y_1)*k_{A_1\cap B_1}+\ldots+(x_i+y_j)*k_{A_i\cap B_j}+\ldots+(x_n+y_m)*k_{A_n\cap B_m}) = (x_1+y_1)*P(A_1\cap B_1)+\ldots+(x_i+y_j)*P(A_i\cap B_j)+\ldots+(x_n+y_m)*P(A_n\cap B_m)$.

Vidare får vi följande grundläggande olikhet:

Tjebisjovs olikhet. Om X är en enkel stokastisk variabel, så är $P(|X| = \varepsilon) = 1/\varepsilon^2*E(X^2)$ för varje $\varepsilon > 0$.
Bevis. $E(X^2) = E(X^2*k_{(|X| = \varepsilon)}) + E(X^2*k_{(|X| < \varepsilon)}) = E(X^2*k_{(|X| = \varepsilon)}) = \varepsilon^2*E(k_{(|X| = \varepsilon)}) = \varepsilon^2*P(|X| = \varepsilon)$.
Två enkla stokastiska variabler $X = x_1*k_{A_1}+\ldots+x_n*k_{A_n}$ och $Y = y_1*k_{B_1}+\ldots+y_m*k_{B_m}$ är **oberoende** om klasserna $\{A_1,\ldots,A_n\}$ och $\{B_1,\ldots,B_m\}$ är stokastiskt oberoende. För oberoende stokastiska variabler gäller följande grundläggande likhet:

Multiplikationssatsen. $E(X*Y) = E(X)*E(Y)$.
Bevis. Sätt $X = x_1*k_{A_1}+\ldots+x_n*k_{A_n}$ och $Y = y_1*k_{B_1}+\ldots+y_m*k_{B_m}$.
Då är $E(X*Y) = E(x_1*y_1*k_{A_1\cap B_1}+\ldots+x_i*y_j*k_{A_i\cap B_j}+\ldots+x_n*y_m*k_{A_n\cap B_m}) = x_1*y_1*P(A_1\cap B_1)+\ldots+x_i*y_j*P(A_i\cap B_j)+\ldots+x_n*y_m*P(A_n\cap B_m) = x_1*y_1*P(A_1)*P(B_1)+\ldots+x_i*y_j*P(A_i)*P(B_j)+\ldots+x_n*y_m*P(A_n)*P(B_m) = (x_1*P(A_1)+\ldots+x_n*P(A_n))*(y_1*P(B_1)+\ldots+y_m*P(B_m)) = E(X)*E(Y)$.
X:s varians ($\sigma^2(X)$) är $E((X-E(X))^2)$. Additionssatsen ger att $\sigma^2(X) = E(X^2 - 2*X*E(X) + E(X)^2) = E(X^2) - E(X)^2$. Vidare gäller följande likhet:

Bienaymés likhet. $\sigma^2(X_1+\ldots+X_n) = \sigma^2(X_1)+\ldots+\sigma^2(X_n)$ om $X_1,\ldots,X_n$ är parvis oberoende.

Bevis

Notera först att $E(X-E(X)) = E(X)-E(E(X)) = E(X)-E(X) = 0$ och att X+a och Y+b är oberoende om X och Y är det. Då gäller $\sigma^2(X_1+\ldots+X_n) = E(((X_1+\ldots+X_n)-E(X_1+\ldots+X_n))^2) = E(((X_1-E(X_1))+\ldots+(X_n-E(X_n)))^2)$

$= E((X_1-E(X_1))^2)+\ldots+E((X_i-E(X_i))*(X_j-E(X_j)))+\ldots+E((X_n-E(X_n)))^2)(i?j) =$
$E((X_1-E(X_1))^2)+\ldots+E((X_i-E(X_i)))*E(X_j-E(X_j))+\ldots+E((X_n-E(X_n)))^2)(i?j) =$
$E((X_1-E(X_1))^2)+\ldots+E((X_n-E(X_n)))^2) = \sigma^2(X_1)+\ldots+\sigma^2(X_n)$.

Antag nu att variablerna $X_1,\ldots,X_n$ är parvis oberoende och har samma väntevärde $E(X_1)$ och samma varians $\sigma^2(X_1)$. Då gäller följande fundamentala olikhet:

Bernoullis lag för stora tal. $P(|(X_1+\ldots+X_n)/n - E(X_1)| = \varepsilon) = \sigma^2(X_1)/(n*\varepsilon^2)$ för alla $\varepsilon > 0$.
Bevis. $P(|(X_1+\ldots+X_n)/n - E(X_1)| = \varepsilon) = P(|(X_1+\ldots+X_n) - n*E(X_1)| = n*\varepsilon)$.
Tjebisjovs olikhet ger sedan att $P(|(X_1+\ldots+X_n) - n*E(X_1)| = n*\varepsilon) = E(((X_1+\ldots+X_n) - n*E(X_1))^2)/(n^2\varepsilon^2) = (n*\sigma^2(X_1))/(n^2\varepsilon^2) = \sigma^2(X_1)/(n*\varepsilon^2)$.

Bilaga 2

1. Räddningstjänstlagen (1986:1102)

6 § Varje kommun skall svara för räddningstjänsten inom kommunen, om inte annat följer av 25--28 §§.

10 § I varje kommun skall det finnas en eller flera nämnder för räddningstjänsten. För en sådan nämnd gäller vad som är föreskrivet om nämnder i kommunallagen (1991:900). Lag (1991:907).

21 § För varje kommun skall det finnas en räddningstjänstplan. ---
I förekommande fall skall planen också innehålla uppgifter om 1.anläggningar som avses i 43 § samt vattentäkter och andra områden där en olyckshändelse kan medföra allvarliga skador i miljön, ---

22 § Räddningstjänstplanen skall antas av kommunfullmäktige.---

43 § Vid en anläggning, där verksamheten innebär fara för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön, är anläggningens ägare eller innehavare skyldig att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta erforderliga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador. ---

54 § Inom kommunen utövar en sådan nämnd som avses i 10 § den omedel bara tillsynen över efterlevnaden av denna lag och föreskrifter som har meddelats med stöd av lagen. Inom länet utövas tillsynen av länsstyrelsen. Den centrala tillsynen utövas av Statens räddningsverk eller, i fråga om statlig räddningstjänst, av annan myndighet som regeringen bestämmer. Lag (1991:1663).

56 § En tillsynsmyndighet får meddela de förelägganden och förbud som behövs i enskilda fall för att denna lag eller föreskrifter som meddelats med stöd av lagen skall efterlevas.
Beslut om föreläggande eller förbud får förenas med vite.

Underlåter någon att vidta en åtgärd som åligger honom enligt en tillsynsmyndighets föreläggande, får myndigheten vidta åtgärden på hans bekostnad.

Bilaga 3

I denna bilaga återfinns det viktigaste källmaterialet avseeende Skärhamns Frys AB följt av de viktigaste besluten avseende akvarellmuseet. Inom grupperna presenteras materialet i kronologisk ordning. I vissa fall har enklare språkliga justeringar företagits.

Skärhamns Frys

I. Jan Johanssons riskanalys

Sammanfattningen nedan avser i huvudsak den analys som förelåg 980415. De kompletteringar som företogs under juli 1998 är dock inkorporerade. Ersättningen för analysen var 36.500:- exkl moms + 5.138;- för nedlagda kostnader.

Anläggningsbeskrivning

Anläggningen består av två processystem.

Ett skruvkompressorbaserat system som betjänar en plattfrys. Detta system är direktverkande, dvs flytande ammoniak används som köldmedium i plattfrysen.

Ett kolvkompressorbaserat system som betjänar kyl- och torkanläggningarna. Detta system är indirekt med ammoniak i en primär- och glykol i en sekundärkrets över en plattvärmeväxlare.

På kompressorernas högtryckssida via kondensorerna till receivern är systemen processmässigt sammankopplade.

2 kompressorer, 2 oljeavskiljare, 1 economiser, receivern, 2 köldmediepumpar, 1 luftavskiljare och plattvärmeväxlaren ammoniak/glykol är förlagda i ett gemensamt maskinrum.

Evaporativa kondensorer, 2 vätskeavskiljare, 1 tubvärmeväxlare/kondensor och delar av rörsystemet för gasformig och kondenserad ammoniak är uppställda på yttertak.

Fyllnadsmängden ammoniak i anläggningen är ca 2.500 kg varav 1.700 kg i plattfryssystemet och 800 kg i kyl- och torksystemet.
Utformning och konstruktion av anläggningen är relativt okomplicerad och driftmässigt lättöverskådlig.

Anläggningen är uppbyggd av tidigare använda komponenter som flyttats från anläggningen i Skärhamns centrum samt komponenter från andra

anläggningar. På en del av de gamla komponenterna saknas tillverkningshandlingar.

Sammanlagd årsdrifttid för kolvkompressorsystemet är ca 9 månader och ca en månad för skruvkompressorsystemet.

Tillämpningsnorm för anläggningen är Svensk Kylnorm.

Tillstånd och godkännanden

Ammoniakhanteringen vid företaget har pågått sedan 1984 då det första kylsystemet med en fyllnadsmängd på 1.700 kg installerades i företagets anläggning vid Fiskgatan i Skärhamns centrum.

Detta kylsystem flyttades 1995 till företagets anläggning i södra hamnen i Skärhamn.

Under 1997 kompletterades anläggningen med ett indirekt system med glykol som köldbärare. Fyllnadsmängden ökade härvid från 1.700 till 2.500 kg ammoniak.

Anläggningen har löpande besiktigats och kontrollerats av SAQ i enlighet med Svensk Kylnorm och AFS 1994:39. Anläggningen är godkänd av SAQ Kontroll AB.

Företaget har till länsstyrelsen och miljö- och hälsoskyddsnämnden anmält flyttningen av kylanläggningen från Fiskgatan till södra hamnen och köldmediebytet från freon till ammoniak.

Hälsorisker, ammoniak

Ammoniak är retande framförallt i de övre luftvägarna och kan i höga koncentrationer ge allvarliga skador på ögats hornhinna. Skador på ögonen kan uppstå upp till en vecka efter exponeringen. Gasformig ammoniak irriterar fuktig hud och kan i högre koncentrationer (2-3% i luft) ge brännande smärta. Låga koncentrationer kan ge upphov till illamående, huvudverk och rethosta. Höga koncentrationer kan förorsaka spasm i struphuvud och vid lång exponering lungödem.

De hygieniska gränsvärdena i arbetslokaler är 25 ppm som nivågränsvärde och 50 ppm som takgränsvärde.

Koncentrationer och effekter

p pm NH^3 i luft	Effekt
5 - 20	Förnimbar lukt.
100	Måttligt irriterande för näsan, kan ge brännande känsla i ögonen vid exponering under ca 3 minuter. Ständig vistelse utan andningsskydd kan vara skadlig.
400	Allvarlig irritation i ögon, näsa och svalg. Vistelse utan andningsskydd längre än en timme kan vara skadligt.
700	Allvarlig ögonpåverkan. Vistelse utan andningsskydd längre än 30 minuter kan vara skadlig.
1.700	Är starkt hostretande och kan ge kramp i luftrören. Vistelse utan andningsskydd i 30 minuter kan ge allvarliga skador.
2.500	Kortvarig exponering utan andningsskydd kan utgöra livsfara.
5.000 – 10.000	Kan förorsaka allvarligt lungödem, andnöd och kvävning. Dödande vid 10 – 15 min exponering.

Teknisk säkerhetsgranskning (version 1998-07-28)

Säkerhetsgranskningen utgörs främst av 22 analysscheman, se nedan. I varje schema beskrivs ett antal skadehändelser, hur troliga de är och vilka konsekvenser de medför. Uppskattningen av sannolikheter skall ses som preliminär och är grundad på Johanssons erfarenheter (tel. samtal 22/5 2000). Den följer väsentligen riskmatrisen i Räddningsverkets Handbok i kommunal riskanalys nedan. Beskrivningen av konsekvenserna är likaledes preliminär.

Räddningsverkets riskmatris

Sannolikhet						
5 Mycket sannolikt 1 gång per år						
4 Hög sannolikhet 1 gång per 1-10 år			Åtgärdas	omedelbart		
3 Sannolikt 1 gång per 10-100 år		Åtgärdas				
2 Låg sannolikhet 1 gång per 100-1000 år	Åtgärdas	eventuellt				
1 Osannolikt 1 gång per 1000 år	Försumbart					
	A Övergående lindriga obehag	B Enstaka skadade varaktiga obehag	C Enstaka svårt skadade, svåra obehag	D Enstaka döda eller svårt skadade	E Flera döda eller svårt skadade	**Konsekvens**

På basis av den tekniska säkerhetsgranskningen anser Johansson att följande händelser/utsläpp skall ligga till grund för en gasspridningsberäkning i omgivningen:

A Rörbrott, slangbrott, ventilläckage, källstyrka 2,0 – 9,0 kg/sek, totalt 180 kg, och
B Mantelbrott i vätskeavskiljare/rör, källstyrka 12 kg/sek, totalt 1.350 kg.

A utgörs av en skadehändelse i någon av följande riskkällor:
1. Slang och kopplingar vid påfyllning eller tömning av ammoniak i systemet, eller
2. Rörbrott/mantelbrott i utomhusförlagda systemdelar såsom kondensorer, vätskeavskiljare och sammanbindande rörsystem.

Orsaken till 1 är att slangen mellan tankbilen och anläggningen brister till följd av någon av följande orsaker: mekanisk skada i slangväggen varvid slangväggen brister när drifttrycket uppnås, slangen lossnar från slangkopplingens sockel när drifttrycket uppnås eller bilen flyttas utan att slangen först kopplats loss.

Källstyrkan kan uppnå 9 kg/sek. Utsläppt mängd 180 kg förutsätter att nödstopp sker inom 20 sek.

Orsaken till 2 är främst bristande underhåll vilket bl a har förorsakat synliga korrosionsskador. Vanligen förekommer även korrosionsskador under isoleringen på rör och apparater om mantlarna inte är korrosionsskyddade genom blästring och målning innan isolering sker. Problemet är störst i anläggningar som är avställda en del av året. Temperaturvariationen i systemet mellan drift- och avställningsläget är inom –34 till +20 och tryckvariationen 0 – 15 bar abs. En kombination av korrosionsangrepp som försvagar mantelväggen samt mekanisk påverkan i form av drag eller böjpåkänning vid exempelvis underhållsarbeten kan då med stor sannolikhet förorsaka en skadehändelse med ammoniakutsläpp som följd.

Som en följd uppstår ett hål med arean 1 cm2, källstyrkan blir ca 2 kg/sek. Utsläppt mängd kan beroende på var skadan uppstår begränsas till 180 kg inom 90 sek. Om skadebegränsande åtgärder ej kan vidtagas, så kan upp till 1.350 kg ammoniak släppas ut i den omgivande miljön.

B utgörs av ett större rörbrott/mantelbrott i utomhusförlagda systemdelar såsom kondensorer, vätskeavskiljare och sammanbindande system. Den huvudsakliga orsaken till en sådan händelse är det bristfälliga brandskyddet och det bristande underhållet vilket bl a har förorsakat synliga korrosionsskador. Vanligen förekommer även korrosionsskador under isoleringen på rör och apparater om mantlarna inte är korrosionsskyddade genom blästring och målning innan isolering sker. Problemet är störst i anläggningar som är avställda en del av året. Temperaturvariationen i systemet mellan drift-

och avställningsläget är inom –34 till +20 och tryckvariationen 0 – 15 bar abs. En kombination av korrosionsangrepp som försvagar mantelväggen samt mekanisk påverkan i form av drag eller böjpåkänning vid exempelvis underhållsarbeten kan då med stor sannolikhet förorsaka en skadehändelse med ammoniakutsläpp som följd. Dessutom tillkommer brandpåverkan med okontrollerbar tryckstegring/mantelbrott som följd, stor korrosionsskada i kombination med mekanisk åverkan och yttre mekanisk påverkan från den intilliggande hanteringen av fritidsbåtar (mobilkranar, båtmaster). De utomhusförlagda systemdelarna saknar även ett tillförlitligt intrångsskydd.

Som en följd uppstår ett hål i tryckbärande mantel med arean 24 cm2, källstyrkan blir ca 12 kg/sek. Utsläppt mängd kan begränsas till att 1.350 kg ammoniak släpps ut i den omgivande miljön.

Om skadehändelser med källstyrkor som i A och B inträffar inne i lokalerna där tryckbärande anordningar är placerade, så är läget livshotande för personalen om skyddsåtgärder ej vidtages. Nuvarande administrativa och tekniska förhållanden är otillfredsställande och gällande arbetsmiljökrav är inte uppfyllda.

Administrativ säkerhetsgranskning

Ledningen består av Erling Fransson, VD, och Bo Bertelsen, produktionschef. Båda är delägare i företaget. Ansvaret för drift och underhåll är delegerat till Bo Bertelsen. Heltäckande backup avseende drift och underhåll saknas. Formella rutiner för SHM-arbete finns ej.

Rutiner för internkontroll och fortlöpande tillsyn är under utarbetande. Utbildning av personal sker utan något formellt program. Driftinstruktioner finns delvis och är under komplettering.

Skriftliga rutiner och regler för rapportering och hantering av nödlägen finns ej. Räddningsutrustning finns i begränsad omfattning. Brandskydd i form av utrustning och installationer är begränsade. Alarmering sker endast via telefon

Beräkning av gasspridning

Förutsättningar: källstyrka 0,3 – 12 kg/s, vindstyrka 2 m/s, temp +10°C, stabil skiktning av atmosfären, FOA:s beräkningsmodell.
Fall A. 180 kg.
Fall B. 1.350 kg.
Resultat fall A. 2.500 ppm vid avståndet 200 m och 700 ppm vid avståndet 320 m.
Resultat fall B. 3.500 ppm vid avståndet 500 m och 800 ppm vid avståndet 1.000 m.
En viss komplettering av vinddata sker i juli 1998 men utan nya beräkningar.

Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen

Maskinrummet avgränsas, brandsäkra och självstängande dörrar insättes.
Grund- och nödventilation i maskinrummet kompletteras.
Nödbelysning installeras i maskinrum.
Gaslarmsystem installeras i maskinrum och plattfrysrum.
Oberoende klenspänningssystem för larm installeras.
Manöverpanel installeras utanför maskinrumsdörr.
Varsel- och orienteringsskyltning utföres och instruktioner kompletteras.
Personlig skyddsutrustning kompletteras.
Ständig övervakning vid driftläge.
Tillträdes- och skyddsanordning för anläggningsdelar på tak skall utföras.
Brandskyddet för anläggningsdelar skall förbättras.
Fortlöpande tillsyn skall utföras.
Fortlöpande utbildning och övning med all berörd personal skall genomföras.
Rutiner vid drift, underhåll och avställning kompletteras.
Rutiner vid gaslarm/utsläpp upprättas.

Förslag till riskreducerande åtgärder i omgivningen

En beredskaps/insatsplanering genomförs av räddningstjänsten för förebyggande åtgärder och för åtgärder som skall vidtagas i samband med gaslarm/utsläpp. Alarmeringssystem bör installeras.
Samövning mellan räddningstjänst, företaget och fastigheter/verksamheter, som är belägna inom riskzonen för 2.500 ppm, genomförs en gång per år.
Inom riskzonen för 2.500 ppm bör berörda fastigheter förses med ett "gastätt rum" samt information och instruktion för åtgärder som skall vidtagas vid gaslarm eller utsläpp.
Publika aktiviteter med större folksamlingar bör ej tillåtas inom 2.500 ppm-zonen. Strävan bör vara att reducera antalet oskyddade människor som uppehåller sig inom detta område.
Området inom 700 ppm-zonen bör ej förtätas genom förläggning av bostäder eller allmänverksamhet dit.
En brandsäker zon bör säkerställas runt anläggningen.

Sammanfattning

Riskanalysarbetet har koncentrerats på risken för att människor i anläggningen eller i omgivningen skadas till följd av en skadehändelse med utsläpp av ammoniak som följd.
Som framgår av förslagen ovan har anläggningen vissa brister som skall åtgärdas.
Anläggningens risknivå är sådan att en olycka med enstaka svårt skadade kan inträffa en gång inom 10 – 100 år.
Det föreligger grund för § 43-klassificering av anläggningen.
Statistik över tillbud och utsläpp i ammoniakanläggningar är bristfällig och

ett visst mörkertal får anses råda. Följande ammoniakutsläpp i har inträffat under de senaste 14 åren i liknande miljö:

1984 – utsläpp vid Astrids Fiskexport i Rönnäng,

1985 – isbana (plats ej angiven),

1989 – Cold Stores kylrum i Malmö, ca 500 kg,

1990 – utsläpp från en 57 kg:s tub i Jönköping,

1993 – utsläpp vid byte av köldmediepump, ca 200 kg,

1995 – utsläpp och brand vid Hydros anläggning i Stenungsund,

1995 – utsläpp i maskinrum vid Åby isbana i Mölndal,

1997 – utsläpp av ca 800 kg i maskinrummet vid Astrids Fiskexport i Rönnäng.

Området i södra hamnen har under åren utvecklats till en kombination av industri-, rekreations-, handels- och bostadsområde. Denna kombination är ur risksynpunkt olämplig oavsett risknivån på anläggningen.
Med ett antal extraordinära åtgärder i anläggningen såsom inbyggnad av all ammoniakutrustning och skrubberinstallation av nödventilationen från maskinrummet samt förstärkning av driftövervakningen kan risknivån avsevärt sänkas och riskavstånden minskas. Dock innebär dessa åtgärder kostnader på uppskattningsvis 4 – 6.000.000:-.

Jan Johanssons riskanalysscheman för Skärhamns frys

Schema 1

Riskkälla	**Skruvkompressor**
Schema	4022.0521-1A
Kapacitet	93 kW vid –38/+35°C
Avsäkringstryck	22 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Schema 1

Skadehändelse	**Sannolikhet**	**Konsekvens**	**Åtgärd**
Högtryckspressostat ur funktion	Sannolik	Säkerhetsventil på recipient öppnar med gasutsläpp via utloppsrör över tak	Fortlöpande funktionskontroll av pressostat
Rotorhaveri, varmgång med brott rotorhus	Låg	Gasläckage i maskinrum	Förebyggande på underhåll och fortlöpande tillsyn, gaslarm installeras

Schema 2

Riskkälla	Oljeavskiljare
Schema	4422.0521-1A
Kapacitet	0,63 m^3
Avsäkringstryck	27 bar
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Läckage i anslutningar	Sannolik	Gasutsläpp i maskinrum	Fortlöpande tillsyn
Invändig korrosion i bottengavel	Låg	Mantelbrott med gasutsläpp i maskinrum	Fortlöpande tillsyn, tjockleksmätning

Schema 3

Riskkälla	Kondensor
Schema	4422.0521-1A
Kapacitet	320 kW
Avsäkringstryck	
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Utvändig korrosion på slingor	Sannolik	Slingbrott och gasutsläpp	Inspektion av korrosions-skydd och fortlöpande tillsyn

Schema 4

Riskkälla	Kondensor
Schema	4022.0521-1A
Kapacitet	0,48 m^3
Avsäkringstryck	22 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Recipienten stumfylls med stängda ventiler	Låg	Kärlsprängning	Kontrollprogram vid systemfyllning och vid avställning. Ventil till kondensor och avskiljare alltid öppen. Funktions-kontroll av nivåreglering.
Recipienten stumfylls med stängda ventiler	Låg	Säkerhetsventil öppnar och blåser över tak	Enligt ovan
Läckage i anslutningar	Sannolik	Gas/vätskeutsläpp i maskinrum	Fortlöpande tillsyn
Korrosion i bottengavel	Låg	Gas/vätskeutsläpp i maskinrum	Fortlöpande tillsyn. Tjockleksmätning vid bottenstuts

Schema 5

Riskkälla	Vätskeavskiljare Stal
Schema	4022.0521-1A
Kapacitet	3,65 m^3
Avsäkringstryck	13 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	35°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Avskiljaren stumfylls med stängda ventiler	Låg	Kärlsprängning och 2.300 kg ammoniak frigörs	Kontrollprogram vid systemfyllning.
Avskiljaren stumfylls med stängda ventiler	Låg	Säkerhetsventil öppnar	Enligt ovan
Läckage i anslutningar och instrument	Sannolik	Gas/vätskeutsläpp till omgivningen	Förebyggande underhåll och fortlöpande tillsyn
Brandpåverkan med tryckstegring	Låg	Kärlsprängning och ca 1.100 kg ammoniak frigörs eller utsläpp	Skapa en brandsäker zon, förbättra brandskyddet
Korrosionsskada i mantelbotten	Låg	Gas/vätskeutsläpp till omgivningen	Fortlöpande tillsyn, tjockleksmätning av mantelplåt och stutsar

Schema 6

Riskkälla	Oljesamlingsbehållare
Schema	4022.0521-1A
Kapacitet	0,045 m^3
Avsäkringstryck	13 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	35°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Kärlet stumfylls med stängda ventiler, värmepatron tillkopplad, säkerhetsventil ur funktion	Låg	Kärlsprängning och utsläpp av 28 kg ammoniak i maskinrummet	Ventil till gasfasen på vätskeavskiljaren skall alltid vara öppen
Kärlet stumfylls med stängda ventiler, värmepatron tillkopplad	Låg	Säkerhetsventil blåser över tak	Enligt ovan
Läckage i anslutningar	Sannolik	Gas/vätskeutsläpp i maskinrummet	Förebyggande underhåll och fortlöpande tillsyn
Korrosion i mantelbotten	Låg	Vätskeutsläpp i maskinrummet Gas/vätskeutsläpp till omgivningen	Fortlöpande tillsyn och tjockleksmätning
Fel begås vid oljeavtappning	Sannolik	Ammoniakutsläpp i maskinrummet	Funktionskontroll av självstängande tappventil, rutin för avtappning upprättas

Schema 7

Riskkälla	**Luftavskiljare**
Schema	4022.0521-1A
Kapacitet	0,022 m^3
Avsäkringstryck	21 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	**Sannolikhet**	**Konsekvens**	**Åtgärd**
Flottörventilens funktion upphör i stängt läge	Låg	Avskiljaren fylls med ammoniak med risk för termisk expansion, avblåsning, sprängning	Funktionskontroll och fortlöpande tillsyn
Läckage i anslutningar	Sannolik	Utsläpp av ammoniak i maskinrum	Fortlöpande tillsyn
Spänningskorrosion i mantel p g a närvaro av nitrater	Låg	Utsläpp av ammoniak i maskinrum	Fortlöpande tillsyn och sprickindikering av mantel, i övrigt svårt att åtgärda

Schema 8

Riskkälla	**Kondensor Gram**
Schema	SF980301
Kapacitet	
Avsäkringstryck	22 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	**Sannolikhet**	**Konsekvens**	**Åtgärd**
Utvändig korrosion på slingor	Sannolik	Slingbrott och gasutsläpp	Inspektion av korrosionsskydd och fortlöpande tillsyn

Schema 9

Riskkälla	**Återvinningskondensor**
Schema	SF980301
Kapacitet	0,904 m^3
Avsäkringstryck	21 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	**Sannolikhet**	**Konsekvens**	**Åtgärd**
Läckage i anslutningar	Sannolik	Utsläpp av ammoniak i omgivningen	Fortlöpande tillsyn, förebyggande underhåll
Läckage i tuber till brine p g a korrosion	Sannolik	Ammoniak reagerar med brine under värmeutveckling, tryckstegring och gasutsläpp via brinetankensystemet	Fortlöpande tillsyn, förebyggande underhåll, automatiska blockeringsventiler och larm monteras
Läckage i mantelbotten p g a inv korrosion	Låg	Utsläpp av gas/vätska i omgivningen	Fortlöpande tillsyn, förebyggande underhåll

Schema 10

Riskkälla	**Vätskeavskiljare Sabroe**
Schema	SF980301
Kapacitet	1,9 m^3
Avsäkringstryck	13 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	35°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	**Sannolikhet**	**Konsekvens**	**Åtgärd**
Avskiljaren stumfylls med stängda ventiler	Låg	Kärlsprängning och 1.200 kg ammoniak frigörs	Kontrollprogram för systemfyllning
Som ovan	Låg	Säkerhetsventil öppnar	Som ovan
Läckage i anslutningar och instrument	Sannolik	Utsläpp av gas/vätska i omgivningen	Fortlöpande tillsyn, förebyggande underhåll
Brandpåverkan med tryckstegring	Låg	Kärlsprängning och ca 500 kg ammoniak frigörs eller utsläpp via säkerhetsventil	Brandsäker zon inrättas, brandskyddet förbättras
Korrosionsskada i mantelbotten	Låg	Vätskeutsläpp till omgivningen	Fortlöpande tillsyn, tjockleks-mätning av mantelplåt och stutsar

Schema 11

Riskkälla	**Kompressor Sabroe**
Schema	SF980301
Kapacitet	?
Avsäkringstryck	22 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	**Sannolikhet**	**Konsekvens**	**Åtgärd**
Kompressorhaveri med cylinderbrott	Låg	Gasutsläpp i maskinrum	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn
Läckage i anslutningar och ventiler	Sannolik	Gasutsläpp i maskinrum	Som ovan
			Not. Utred tryckavsäkring på trycksidan. Enligt SAQ finns inre överströmningsventil i kompressorn. Dokumentation om detta saknas. Tryckavsäkring är ett normkrav!

Schema 12

Riskkälla	Oljeavskiljare Sabroe
Schema	SF980301
Kapacitet	0,104 m^3
Avsäkringstryck	21 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Läckage i anslutningar	Sannolik	Gasutsläpp i maskinrum	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn
Korrosion vid bottenstuts	Låg	Gasutsläpp i maskinrum	Tjockleksmätning av gavel vid bottenstuts
			Not. Avskiljaren är felmonterad. In-/utlopp skall skiftas

Schema 13

Riskkälla	Oljesamlingsbehållare
Schema	SF980301
Kapacitet	0,027 m^3
Avsäkringstryck	18 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	35°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Kärlet stumfylls med	Låg	Kärlsprängning och utsläpp av 28 kg ammoniak i maskinrummet	Ventil till gasfasen på vätskeavskiljaren skall alltid vara öppen
Som ovan	Låg	Säkerhetsventil blåser över tak	Som ovan
Läckage i anslutningar	Sannolik	Gas/vätskeutsläpp i maskinrummet	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn
Korrosion i mantelbotten	Låg	Vätskeutsläpp i maskinrummet	Fortlöpande tillsyn och tjockleksmätning
Fel begås vid oljeavtappning	Låg	Ammoniakutsläpp i maskinrummet	Funktionskontroll av självstängande tappventil, rutin för avtappning

Schema 14

Riskkälla	Rörledningar och ventiler på högtryckssida
Schema	4022.0521-1A och SF980301
Kapacitet	Ansl 10 - 100
Avsäkringstryck	22 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Rörbrott	Låg	Gasutflöde i maskinrum eller utomhus	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn
Läckage i flänsförband	Sannolik	Som ovan	Som ovan
Läckage i ventilspindlar	Sannolik	Som ovan	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn. Spindelhuvar monterade där så driftmässigt är möjligt

Schema 15

Riskkälla	Rörledningar och ventiler på lågtryckssida
Schema	4022.0521-1A
Kapacitet	Ansl 10 - 125
Avsäkringstryck	13 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	35°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Rörbrott	Låg	Vätskeutflöde i maskinrum eller utomhus	Tillse att vätska ej instängs mellan ventiler
Läckage i flänsförband	Sannolik	Som ovan	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn
Läckage i ventilspindlar	Sannolik	Som ovan	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn. Spindelhuvar monterade
Korrosionsangrepp in- eller utvändigt	Låg	Som ovan	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn, tjockleksmätning
Rörbrott klena ledningar	Låg	Som ovan	Förebyggande underhåll och fortlöpande tillsyn, stagning och skydd kompletteras

Schema 16

Riskkälla	Plattfrysar
Schema	4022.0521-1A
Kapacitet	
Avsäkringstryck	21 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål/Aluminium

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Läckage i anslutningar	Sannolik	Utsläpp av vätska eller gas i plattfrysrum	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn
Slangbrott	Låg	Som ovan	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn, kontroll av livslängd, provtryckning
Brand i plattfrysrum, stängda ventiler på plattfrys	Låg	Som ovan	Förbättra brandskyddet i plattfrysrum

Schema 17

Riskkälla	Köldmediepumpar
Schema	4022.0521-1A
Kapacitet	5,7 m^3/h
Avsäkringstryck	15 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	40°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Läckage i anslutningar	Sannolik	Vätskeutsläpp i maskinrum	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn

Schema 18

Riskkälla	Utomhusförlagda anläggningsdelar
Schema	
Kapacitet	
Avsäkringstryck	
Högsta tillåtna temperatur	
Material i tryckbärande delar	

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Skada på tryckbärande utrustning till följd av att material lyfts och tappas/ välts över utrustningen	Låg	Utsläpp av vätska eller gas i plattfrysrum	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn
Sabotage och skadegörelse, allmänhetens tillträde	Kan ej bestämmas	Som ovan	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn, kontroll av livslängd, provtryckning

Schema 19

Riskkälla	Maskinrum
Schema	
Kapacitet	
Avsäkringstryck	
Högsta tillåtna temperatur	
Material i tryckbärande delar	

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Litet utflöde av ammoniak i gas- eller vätskefas	Sannolik	Hälsofarlig gaskoncentration i maskinrummet	Maskinrummet avgränsas från övriga lokaler, rumsvolymen reduceras, genomföringar tätas
Stort utflöde av ammoniak i gas- eller vätskefas	Låg	Livsfara för personal i maskinrum, utflöde av gas till omgivningen via ventilation, fönster och dörrar	Rummet förses med självstängande brandsäkra dörrar. Grund- och nödventilation kompletteras. Gaslarmsystem installeras. Nödbelysning anordnas. Orienterings- och varselskyltning kompletteras. Manöverpanel uppsätts utanför rumsdörrar. Oberoende klenspänning för säkerhetslarm. Utrymningsplan uppsätts vid dörrar. Brandsläckningsutrustning kompletteras. Personlig skyddsutrustning kompletteras.

Schema 20

Riskkälla	Plattfrysrum
Schema	
Kapacitet	
Avsäkringstryck	
Högsta tillåtna temperatur	
Material i tryckbärande delar	

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Litet utflöde av ammoniak i gas- eller vätskefas	Sannolik	Hälsofarlig gaskoncentration i maskinrummet	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn
Stort utflöde av ammoniak, i gas- eller vätskefas	Låg	Livsfarlig gaskoncentration i lokalen, utsläpp till omgivningen med hög koncentration	Förebyggande underhåll, fortlöpande tillsyn, kontroll av livslängd, provtryckning
Brand i plattfrysrummet	Låg	Risk för tryckstegring och utsläpp av ammoniak från plattfrysen	

Schema 21

Riskkälla	Påfyllning/tömning av ammoniak
Schema	327 064
Kapacitet	1 ton/tim
Avsäkringstryck	25 bar ö (sprängtryck = 100 bar ö)
Högsta tillåtna temperatur	40°C
Material i tryckbärande delar	Specialslang för ammoniak

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Slangbrott mellan ammoniak-bil och anläggning	Låg	Utsläpp av gas- eller vätske-formig ammoniak i omgiv-ningen, 5 – 50 kg	Arbetet planeras och beredskaps-åtgärder vidtages i samråd med räddningstjänst
Läckage i kopplingar och anslutningar	Hög	Utsläpp av gas eller vätska, 0,1 – 5 kg	Arbetet utförs enligt särskild rutin med ständig övervakning och kontroll
Olycka vid transport av ammoniak till och från anläggningen med ADR-specialtankbil	Låg	Utsläpp av ammoniak är ej sannolikt	Området kring lossningsplatsen avspärras i samråd med rädd-ningstjänst under fyllning eller tömning. Vägvalsstyrning av transport

Schema 22

Riskkälla	Anläggningen
Schema	4022/0521-1A, SF980301
Kapacitet	2.500 kg NH_3
Avsäkringstryck	22 bar ö
Högsta tillåtna temperatur	55°C
Material i tryckbärande delar	Kolstål

Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens	Åtgärd
Ammoniakutsläpp i samband med underhålls- och service-arbete i anläggningen	Sannolik	Utsläpp av ammoniak i anläggningen och i omgivningen	Beskrivning och instruktion upprättas för planerade arbeten. Räddningstjänsten informeras. Ammoniak evakueras/töms ur systemdelar som är föremål för ingrepp/arbete. En säkerhetsansvarig skall alltid övervaka arbeten i anlägg-ningen. Personlig skyddsutrustning skall bäras och vara lättill-gänglig på arbetsplatsen.

II. Tillägg till yttrande 1997-11-19 över föreslagen detaljplan för Södra Hamnen, Västra delen, Skärhamn, skrivelse till kommunstyrelsen från Tjörns räddningstjänst 14/4 1998

Riskanalyser med riskzoner är framtagna av konsult, JNN Contracting AB. Räddningstjänsten har fått underhandsrapporter av konsulten. Räddningstjänstens delintresse har varit om riskzonerna kan förändras. Konsulten framhärdar att riskzonerna ligger fast och att dessa snarare är för snäva än för stora.

Konsulten har för avsikt att framlägga rapporten till kommunen 1998-04-21.

Konsultens slutsats är bl a: Inom riskavståndet med gaskoncentration 700 ppm och däröver skall normalt beredskapsåtgärder vidtagas och tillses att oskyddade människor ej uppehåller sig utan tillgång till larm, information och möjlighet till skydd och utrymning. Bostäder, hotell eller andra liknande lokaler för övernattning eller för större folkansamlingar bör ej finnas inom detta område.

Tillkomst av verksamheter med "oskyddade människor" inom området anses av räddningstjänsten som oacceptabelt.

Räddningstjänsten avråder därmed från förtätning av området, Södra Hamnen, inom de zoner riskanalysen redovisar.

III. Räddningstjänstens åsikt om JNN Contracting AB:s riskanalys över Skärhamns Frys AB av 1998-04-15, brev till JNN Contracting AB från räddningstjänsten 6/5 1998

Riskanalysen som helhet är ett mycket genomarbetat bra dokument.

Föreslagna riskreducerande åtgärder i både anläggningen som omgivningen är godtagbara.

Konsultens och räddningstjänstens åsikt om riskvärdering gällande sannolikhet och konsekvens går isär efter det att riskreducerande åtgärder inom företaget är genomförda.

Räddningstjänstens syn är att även om den s k sannolikheten kommer till riskmatrisens 2, så kommer konsekvensen fortfarande att befinna sig vid C och/eller D.

Vidare har inte medicinska konsekvenser i form av psykiska reaktioner vid förnimmelser av ammoniak beaktats.

IV. Skrivelse från yrkesinspektionen till JNN Contracting AB 6/5 1998

Efter våra sammanträden den 26 mars och 30 april 1998 samt efter genomgång av dokumentation från utförd riskanalys meddelas följande:

Yrkesinspektionen har den bedömningen att utförd riskanalys och dokumentation uppfyller de krav som finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1997:7) om gas samt övergripande krav om riskkartläggning enligt ASS föreskrift (1996:6) om internkontroll av arbetsmiljön (tidigare AFS 1992:6).

Yrkesinspektionen har inte gjort någon värdering av de risker/brister som finns upptagna under flik 8 i riskanalysen (se I avsnitt Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen). Det är arbetsgivarens ansvar att värdera riskerna och att leva upp till de olika regler som berör frysanläggningen.

För att riskanalysen skall bli ett verktyg för arbetsgivaren (Skärhamns Frys AB) är det viktigt att förbättringsåtgärder tidsplaneras i ett åtgärdsprogram.

När företaget har upprättat en åtgärdsplan och påbörjat arbetet med denna, så har företaget uppfyllt sitt krav enligt föreskriften (AFS 1996:6) om internkontroll av arbetsmiljön för frysanläggning.

Yrkesinspektionen kommer vid senare kontakt med företaget att ta del av aktuella åtgärdsprogram för att se hur långt arbetet framskridit med att höja säkerheten vid frysanläggningen.

Kontakta oss gärna om ni har ytterligare frågor om ärendet.

Med vänlig hälsning

Olle Clarin

V. Skrivelse från Skärhamns Frys AB till kommunstyrelsen och länsstyrelsen, inkom 15/5 1998

V.1 Detaljplan för södra hamnen

V.1.1 Åtgärder i kyl- och frysanläggningen

Enligt förslag till beslut i KS Dnr 97.158-214,H97:135 skall åtgärder vidtagas i anläggningen för att reducera risken för utsläpp av ammoniak. Dessa beskrivs enligt pos A, B och C.

Vi har accepterat att åtgärder enligt riskanalysens avsnitt 8 skall genomföras och bekostas av oss.

Åtgärder enligt riskanalysens avsnitt 9 kommer vi ej att bekosta.

Åtgärder enligt pos B och C i förslag till beslut vad som avser ingrepp i anläggning, påverkan på vår organisation, förändrade rutiner, driften av anläggningen mm accepterar vi endast under den förutsättningen att inga direkta eller indirekta kostnader till följd av dessa åtgärder belastar oss.

Vi förutsätter också att åtgärder enligt pos B och C genomförs i samarbete med oss och att vi får full insyn i framtagandet av dessa.

Min kommentar. Innehållet i punkterna A, B, C framgår av KF:s beslut 28/5 1998, se nedan.

VI. Meddelande till kommunchefen från Odevall&Olbing advokatbyrå 14/5 1998

VI.1 Ärende: Dnr 97.158-214 ang. detaljplan för södra hamnen, västra delen

Skärhamns Frys AB har begärt vårt biträde i rubricerade ärende och efter genomgång av sammanträdesprotokoll från 1998-05-14 önskar jag nu endast inledningsvis anföra följande.

Skärhamns Frys AB har på egen bekostnad tagit fram en riskanalys som vid olika tillfällen diskuterats med behöriga företrädare för kommunen. Däremot har man inte, såvitt mig är bekant, tagit del av den handlingsplan som nämns i sammanträdesprotokollet och som skall antagas tillsammans med planfrågan i övrigt. Det förefaller mig i det närmaste absolut nödvändigt att denna handlingsplan först diskuteras med det berörda företaget innan beslut fattas om dess antagande.

Den utrustning som behövs jämte behövliga åtgärder i övrigt kommer att kosta betydande belopp som enligt uttalade avsikter skall finansieras med allmänna medel. Hur ser avtalet med Skärhamns Frys AB ut i denna del? Vilken utrustning skall införskaffas, kvalitetskrav, funktion, inverkan på produktionen, åtgärder i befintlig anläggning, ersättning för eget arbete m m? Som framgår reser sig en mängd frågor som rimligtvis först måste genomgås innan handlingsplanen antages.

Ovanstående åberopas till stöd för att detaljplanen ännu inte kan antagas på sätt som föreslås i sammanträdesprotokollet.

Med ovanstående synpunkter önskar Skärhamns Frys AB upptaga en fortsatt dialog med företrädare för kommunen i syfte att skapa ett gott exempel för liknande anläggningar i landet.

VII. Kompletterande material inför KF:s beslut i planärendet för Södra Hamnen i Skärhamn, brev till kommunfullmäktige från kommunchefen 25/5 1998

Enligt KS beslut 980514 uppdrogs åt undertecknad att komplettera åtgärdsplanens steg C med en översiktlig projektbeskrivning angående "säkring mot ammoniakutsläpp i omgivningen".

Kommunen har uppdragit åt Jan Johansson, JNN Contracting AB, att presentera en sådan översiktlig projektbeskrivning. Jan Johansson är väl insatt i den aktuella problematiken eftersom han genomförde riskanalysen för Skärhamns Frys.

Jan Johanssons förslag till projektbeskrivning bifogas detta brev.

Det är viktigt att notera att den här presenterade projektbeskrivningen är ett förslag. När det konkreta projektarbetet drar igång kan det utifrån successivt erövrad kunskap finnas även andra tekniska åtgärder som uppfyller syftet med projektet "säkring mot ammoniakutsläpp i omgivningen".

VIII. Jan Johanssons projektbeskrivning Säkring av Skärhamns Frys mot ammoniakutsläpp 22/5 1998

VIII.1 Projektbeskrivning

VIII.1.1 Förutsättningar

Enligt genomförd riskanalys (JNN Contracting AB / 1998-04-15) framgår det att i samband med en skadehändelse i anläggningen finns sannolikhet för utsläpp av ammoniak som kan ge hälsofarliga koncentrationer i anläggningens omgivning.

Tjörns kommun avser därför att i samråd med Skärhamns Frys AB genomföra ett projekt för säkring av anläggningen så att risken för utsläpp av ammoniak reduceras till en ofarlig nivå. Beslut om projektgenomförandet tas i samband med beslut om antagande av detaljplanen för Södra hamnen, västra delen. Finansieringen av projektet, vilket föranleds av ändringar i detaljplanen, skall ske utan företagets medverkan.

Förutsättningen för projektet är att vid utsläpp från anläggningen skall maximalt en koncentration på 100 ppm ammoniak uppstå i omgivningsluften 5 meter över marknivå runt anläggningen.

VIII.1.2 Beskrivning av åtgärder

De anläggningsdelar som idag utgör riskkällor för ammoniakutsläpp är förlagda inomhus i ett maskinrum, i en arbetslokal för plattinfrysning och utomhus på yttertak.

Bland annat följande åtgärder skall vidtagas i anläggningen för att säkerställa att utsläpp till omgivningen, vid incident, reduceras till 100 ppm:

1. Maskinrummet avgränsas, avtätas och förses med självstängande och larmade dörrar.

2. Plattinfrysningsrummet avtätas samt ombyggs till brandsäker standard och förses med självstängande och larmade dörrar och portar.

3. Ett nytt brandsäkert apparatrum bygges på yttertaksnivå för de processapparater och rörledningar för ammoniak som idag är förlagda på yttertak. Denna inbyggnad av apparaterna förutsätter en förändring av nuvarande apparatuppställning.

4. Nuvarande evaporativa kondensorer bytes till vätskekylda kondensorer som via ett indirekt system kyls med havsvatten.

5. De tre processrummen: maskinrummet, plattinfrysningsrummet och apparatrummet förses med individuell grund- och nödventilation.

6. Grund- och nödventilationen från de tre processrummen ansluts till en gemensam ammoniakskrubber som installeras direkt i anslutning till processrummen. Principen för skrubberfunktionen är att ventilationsluften vid gasutsläpp leds motströms genom en vattendimma/ridå i skrubbern och den ammoniakgas som luften för med sig upplöses i vattnet. Som skrubbermedium användes havsvatten som via pumpar fördelas till munstycken i skrubbern. Den ammoniakhaltiga skrubberlösningen släpps ut i havet. Skrubbern förses med en ca 10 meter hög skorsten.

Ammoniak upplöses mycket lätt i vatten. En liter vatten löser ca 750 liter ammoniakgas. Vid normal drift leds ventilationsluften genom skrubbern som i det normala driftläget fungerar som en frånluftskorsten.
Vid ammoniakutsläpp i något av processrummen startas nödventilationen och skrubberpumparna automatiskt via ammoniaklarmsystemet.

7. Ett larmsystem som via en analysator kontinuerligt mäter ammoniakhalten i de tre processrummen installeras. Larmsystemet kopplas till en larm- och övervakningsdator som utlöser larm i arbetslokalerna, stänger dörrar och portar till de tre processrummen, startar nödventilation, tänder nödbelysning och startar skrubberpumparna samt larmar driftpersonal.

Dessutom utlöser larmsystemet de externa larmen till omgivande fastigheter, räddningstjänst och VMA (Viktigt Meddelande till Allmänheten).

VIII.1.3 Aktivitetsplan

Projektet förslås huvudsakligen genomföras enligt följande aktivitetsplan:

1. Förprojektering och framtagande av investeringskalkyl.
2. Remissbehandling och samråd med berörda "myndigheter-finansiärer".
3. Beslut om finansiering samt huvudmannaskap för projektet.
4. Bygglovsbehandling.
5. Detaljprojektering och samråd "myndigheter-finansiärer".
6. Upphandling av processutrustning, byggnation och installation.
7. Byggnation och installation samt besiktningar.
8. Utbildning av drift- och räddningstjänstpersonal.
9. Inkoppling och provdrift samt utvärdering.

För att åstadkomma ett relevant underlag för samråd, finansiering och genomförande bör post 1 - Förprojektering och investeringskalkylering - först genomföras.

VIII.1.4 Tidplan

Projektet bör kunna genomföras enligt följande huvudtidplan som är anpassad dels till pågående drift av befintlig avläggning samt att utrymme måste ges för myndighetsmedverkan och samråd.

Förprojektering och investeringskalkyl	juni - aug	1998
Etablering av myndighetsmedverkan och beslut om finansiering	juni - aug	1998
Bygglovshandläggning	okt - nov	1998
Detaljprojektering och upphandling	sept - dec	1998
Ombyggnad av maskin- och plattfrysrum	jan- feb	1999 (driftstopp)
Leverans av processutrustning	jan- juni	1999
Byggnation av nytt apparatrum på tak	mars - juni	1999
Apparatinstallation i nytt apparatrum samt installation av skrubber	aug - okt	1999
Installation av el och instrument samt larmutrustning	sept - okt	1999
Funktionstest samt provdrift av skrubber	okt - nov	1999
Inkoppling, provdrift samt idrifttagande av den kompletta anläggningen	jan- feb	2000 (driftstopp)

Tidplanen är anpassad till att ombyggnad och inkoppling samt provdrift måste ske under perioder då anläggningen ej är i drift d v s januari - februari.

Uppskattning av projektkostnad

Projektledning och projektering	500.000 kr
Byggkostnader	600.000 kr
Processutrustning	3.500.000 kr
El- och styrsystem	700.000 kr
Larm- och övervakningssystem	400.000 kr
Utbildning, information och dokumentation	100.000 kr
	5.800.000 kr

VIII.1.5 Påverkan på befintlig verksamhet

Allmänt anser vi att projektet kan genomföras utan att pågående verksamhet vid nuvarande anläggning påverkas negativt.

Elförbrukning för belysning och motordrift ökar med uppskattningsvis 25.000 - 50.000 kWh/år. Denna ökning härrör i huvudsak från kondensordrift, ventilation och belysning.

Underhållskostnaden ökar med uppskattningsvis 10.000 - 20.000 kr/år och kan hänföras till att ny utrustning installeras.

Efter ombyggnaden ställs högre krav på driftpersonalen i fråga om fortlöpande tillsyn och kontroll av de larm och säkerhetssystem samt i fråga om upprätthållandet av samband och samverkan med räddningstjänsten.

Personalbehovet i anläggningen påverkas ej då automatiseringsgraden i realiteten ökar.

I samband med förprojekteringen kommer projektets påverkan på verksamheten att kunna anges med större noggrannhet.

Eventuella frågor om projektbeskrivningen kan ställas till Jan Johansson på telefon 0304-668383.

IX. PM med synpunkter på projektbeskrivning ang Skärhamns Frys AB, skrivelse från länsstyrelsen till Tjörns kommun 27/5 1998

Tjörns kommun har översänt ett av JNN Contracting AB upprättat förslag till projektbeskrivning avseende säkring av ammoniakutsläpp från Skärhamns Frys AB.

Tjörns kommun avser att i samråd med företaget genomföra ett projekt med målet att minska konsekvenserna av ett oavsiktligt ammoniakutsläpp från anläggningen.

Enligt länsstyrelsens uppfattning är frågan av stort principiellt intresse,

främst vad avser möjligheten att tillgodose krav på hälsa och säkerhet i ett tvärsektoriellt perspektiv. Naturvårdsverkets rekommendation att utnyttja ammoniak som kylmedium som ersättning för freoner accentuerar ytterligare frågan om konsekvenserna av en ökad ammoniakanvändning från samhällsplaneringssynpunkt.

Länsstyrelsen har inte haft möjlighet att i detalj värdera projektbeskrivningens olika delar men anser att det finns starka skäl för att starta projektet med de intentioner som kommit till uttryck vid underhandsöverläggningar med kommunen. Länsstyrelsen vill understryka vikten av att projektet genomförs i nära samverkan med företaget och de övriga intressen som kan beröras.

X. Minnesanteckningar från sammanträde ang projektbeskrivning för projektet "Säkring mot ammoniakutsläpp i omgivningen", Skärhamns Frys AB:s anläggning i södra hamnen Skärhamn 27/5 1998

Närvarande: Erling Fransson Skärhamns Frys AB
Bo Bertilsen Skärhamns Frys AB
Jan-Evert Halldin Tjörns kommun
Ingemar Karlsson Tjörns kommun

X.1 Genomgång av bifogade handlingar

- Projektbeskrivning: Säkring mot ammoniakutsläpp i omgivningen, Skärhamns Frys AB
- PM från Lennart Olofsson, Länsstyrelsen i Västra Götaland, med synpunkter på projektbeskrivning ang Skärhamns Frys AB

Diskussionen sammanfattades i följande punkter:

1. För att fortsätta arbetet med att utveckla Skärhamn och Tjörn vill Tjörns kommun i samråd med Skärhamns Frys AB genomföra ett projekt för säkring av anläggningen så att risken för utsläpp av ammoniak reduceras till en ofarlig nivå. Finansieringen av projektet, vilket i första hand föranleds av ändringar i detaljplanen, skall ske utan företagets medverkan.

I övrigt förutsätter projektets genomförande att det sker i samverkan med Länsstyrelsen, Räddningsverket m fl berörda myndigheter och organisationer eftersom det aktuella problemet inte bara finns på Tjörn utan även i många andra kommuner/regioner

Ekonomiskt är avsikten att projektet skall finansieras med allmänna medel.

2. Att Skärhamns Frys AB är beredd att medverka i rubricerade projekt under förutsättning att alla direkta och indirekta kostnader till en följd av projektet ej belastar företaget samt att projektet genomförs i nära samarbete med företaget och med dess fulla insyn.

3. Att det efter "förprojektering och framtagande av investeringskalkyl" upprättas ett avtal mellan Tjörns kommun och Skärhamns Frys AB som reglerar ansvarsförhållanden enligt innehållet i "punkt 2".

4. Att innan Tjörns kommun beslutar om byggstart för Akvarellmuseet kommer kommunen att ta ställning till och besluta om ett genomförande med inriktning enligt rubricerade projektbeskrivning inklusive finansieringen av projektet.

Minnesanteckningarna justeras

Tjörns kommun

Jan-Evert Halldin Ingemar Karlsson

Skärhamns Frys AB

Erling Fransson Bo Bertilsen

XI. Sammanträdesprotokoll, kommunfullmäktige Tjörns kommun 28/5 1998

KF § 60 ---

XI.1 Detaljplan för södra hamnen, västra delen - antagande

XI.1.1 Ärendebeskrivning

Byggnadsnämnden har översänt handlingar för detaljplan Södra hamnen, västra delen, Skärhamn för antagande.

Avsikten med planen är att reglera byggandet av Nordiskt Akvarellmuseum i Södra hamnen och en utökning av bebyggelsen på hamnpiren.

Planen har tidigare varit föremål för samråd enligt 20 § PBL och granskning

XI.1.2 Tidigare behandling

Arbetsutskottet beslutade 1998-01-29, § att bordlägga ärendet och behandla det på extrasammanträde den 5 februari kl 08.30.

Räddningschef Håkan Bergstam, vice räddningschef Hasse Wikberg och miljö- och hälsoskyddschef Rolf Holmgren informerade om pågående riskanalys rörande Skärhamns Frys.

Arbetsutskottet beslutade 1998-01-29, § 7 att bordlägga ärendet.

Arbetsutskottet beslutade 1998-02-05, § 18 att innan ärendet behandlas på arbetsutskottets sammanträde 1998-02-26 skall det genomföras en part-information 980219 kl. 17.00 samt ett extra kommunstyrelse informations/ diskussionssammanträde samma dag kl 18.00.

Vidare uppdrogs åt kommunledningskontoret, miljö- och hälsoskyddsförvaltningen samt räddningstjänsten att presentera underlag för informationen/ diskussionen.

Arbetsutskottet beslutade 1998-02-26, § 33 föreslå kommunfullmäktige besluta:

1. Detaljplan för södra hamnen, västra delen antas.

2. Kommunen verkar/ansvarar för att den föreslagna handlingsplanen genomförs.

Arbetsutskottet beslutade vidare att en lägesrapport från handlingsplanen skall presenteras för kommunstyrelsen 12/3.

Kommunstyrelsen beslutade 1998-03-12, § 34 föreslå kommunfullmäktige:

1. Detaljplan för södra hamnen, västra delen antas.

2. Kommunen verkar/ansvarar för att den föreslagna handlingsplanen genomförs i berörda delar för planbeslut i Skärhamn.

3. Handlingsplanen skall återkomma till kommunstyrelsen i samband med att riskanalysen behandlas.

Kommunfullmäktige beslutade 1998-03-26, § 36 att återremittera ärendet till kommunstyrelsen.

Kommunstyrelsen beslutade 1998-04-16 att återremittera ärendet till arbetsutskottet i avvaktan på riskanalysens färdigställande.

Kommunstyrelsen fick information om den inlämnade riskanalysen på sitt informationsmöte 980506.

Kommunstyrelsen beslutade 1998-05-14, § 76 föreslå kommunfullmäktige att detaljplan för Södra hamnen, västra delen, antas med följande kompletteringar

XI.1.3 Störningsskydd

Verksamheten får inte vara störande för sin omgivning. Till anläggningen ansluts utrustning med syfte att reducera ammoniak i utsläppsluften, minst 5 meter ovan mark, till högst 100 ppm, för att därmed minimera hälsoriskerna för omgivningen. Alarmeringssystem skall anordnas.

Förslag till komplettering av beskrivningen, sidan 8.

Planförslaget har efter utställningstiden kompletterats. Kompletteringen innebär att ett tillägg till bestämmelsen ”STÖRNINGSSKYDD’ gjorts. ”

Till anläggningen ansluts utrustning med syfte att reducera ammoniak i utsläppsluften, minst 5 meter ovan mark, till högst 100 ppm, för att därmed minimera hälsoriskerna för omgivningen". Alarmeringssystem skall installeras. Kompletteringen, som är föranledd av utförd riskanalys, (Skärhamns Frys AB Ammoniakanläggning i Södra hamnen JNN Contracting AB 1998-04-15) är ringa varför den betraktas som redaktionell.

Riskanalysen ingår som ett tillägg till miljökonsekvensbeskrivningen i planförslaget.

Förslag till komplettering av miljökonsekvensbeskrivningen.

Samma text som komplettering av planbeskrivning införs i miljökonsekvensbeskrivningen.

Förslag till komplettering av genomförandebeskrivningen

Under rubriken TEKNISKA FRÅGOR görs tillägget:

Anordningar till ammoniakanläggning

I detaljplanebestämmelserna, under STÖRNINGSSKYDD föreskriven åtgärd som överskrider nuvarande norm, skall finansieras av allmänna medel.

Följande åtgärdsplan i tre steg genomförs:

A. Företaget genomför, enligt fastställd tidsplan, de i riskanalysen föreslagna åtgärderna under avsnitt åtta "Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen".

B. Kommunen genomför följande åtgärder enligt riskanalysen:

- en beredskaps-/insatsplanering genomförs av räddningstjänsten för förebyggande åtgärder och för åtgärder som skall vidtas i samband med gaslarm/ utsläpp.

Alarmeringssystem skall installeras.

- samövning mellan räddningstjänsten, företaget och fastigheter/ verksamheter som är belägna inom närområdet.
- runt anläggningen bör en brandsäker zon säkerställas.
- informationsplan/informationssystem med bl a kontinuerlig info till: boende, verksamheter och besökande.

C. Tekniska åtgärder i anläggningen för att minska risken för omgivningen:

Kommunen skall i samverkan med Länsstyrelsen, Räddningsverket m fl myndigheter genomföra ett projekt i syfte:

att vidta konkreta tekniska åtgärder i befintlig anläggning med anledning av tillägget till planen samt

att skapa "goda exempel" för liknande anläggningar i landet.

Avsikten är att projekterade åtgärder skall finansieras med allmänna medel, eftersom det är en "samhällsnyttig" kunskap.

Kommunchefen fick i uppdrag att till ett extra KS-möte den 28 maj presentera en översiktlig bedömning av vilka åtgärder som behöver vidtas med anledning av punkt C samt beskriva en kostnadskalkyl till dessa. Vidare skall kommunen inhämta skriftliga synpunkter från Länsstyrelsen och Räddningsverket ang deras medverkan och angelägenhetsgrad för att skapa goda exempel för landet.

Dessa skall presenteras skriftligt i ett utskick till KF-ledamöterna senast 25 maj.

Kommunstyrelsen behandlade ärendet vid extrasammanträde 980528.

Kommunfullmäktiges beslut:

Kommunfullmäktige antar detaljplan för Södra hamnen, västra delen, med följande kompletteringar:

XI.1.4 Störningsskydd

Verksamheten får inte vara störande för sin omgivning. Till anläggningen ansluts utrustning med syfte att reducera ammoniak i utsläppsluften, minst 5 meter ovan mark, till högst 100 ppm, för att därmed minimera hälsoriskerna för omgivningen. Alarmeringssystem skall anordnas.

Förslag till komplettering av beskrivningen, sidan 8.

Planförslaget har efter utställningstiden kompletterats. Kompletteringen innebär att ett tillägg till bestämmelsen "STÖRNINGSSKYDD' gjorts. " Till anläggningen ansluts utrustning med syfte att reducera ammoniak i utsläppsluften, minst 5 meter ovan mark, till högst 100 ppm, för att därmed minimera hälsoriskerna för omgivningen". Alarmeringssystem skall installeras. Kompletteringen, som är föranledd av utförd riskanalys, (Skärhamns Frys AB Ammoniakanläggning i Södra hamnen JNN Contracting AB 1998-04-15) är ringa varför den betraktas som redaktionell.

Riskanalysen ingår som ett tillägg till miljökonsekvensbeskrivningen i planförslaget.

Förslag till komplettering av miljökonsekvensbeskrivningen.

Samma text som komplettering av planbeskrivning införs i miljökonsekvensbeskrivningen.

Förslag till komplettering av genomförandebeskrivningen

Under rubriken TEKNISKA FRÅGOR görs tillägget:

Anordningar till ammoniakanläggning

I detaljplanebestämmelserna, under STÖRNINGSSKYDD, föreskriven åtgärd som överskrider nuvarande norm, skall finansieras av allmänna medel.

Följande åtgärdsplan i tre steg genomförs:

A. Företaget genomför, enligt fastställd tidsplan, de i riskanalysen föreslagna åtgärderna under avsnitt åtta "Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen".

B. Kommunen genomför följande åtgärder enligt riskanalysen:

A. en beredskaps-/insatsplanering genomförs av räddningstjänsten för förebyggande åtgärder och för åtgärder som skall vidtas i samband med gaslarm/utsläpp.

Alarmeringssystem skall installeras.

B. samövning mellan räddningstjänsten, företaget och fastigheter/ verksamheter som är belägna inom närområdet.

C. runt anläggningen bör en brandsäker zon säkerställas.

D. Informationsplan/informationssystem med bl a kontinuerlig info till: boende, verksamheter och besökande.

C. Tekniska åtgärder i anläggningen för att minska risken för omgivningen: Kommunen skall i samverkan med Länsstyrelsen, Räddningsverket m fl myndigheter genomföra ett projekt i syfte att vidta konkreta tekniska åtgärder i befintlig anläggning med anledning av tillägget till planen samt att skapa "goda exempel" för liknande anläggningar i landet. Projektet skall i första hand finansieras med allmänna medel från regional och nationell nivå. Ev återstående finansiering av projektet tar kommunfullmäktige ställning till i samband med att man godkänner förprojektering, investeringskalkyl och finansiering.

XII. Sammanträde på länsstyrelsen 18/6 1998 angående projekt Skärhamns Frys AB

Närvarande:

Namn	Myndighet/företag
Håkan Bergstam	Tjörns kommun
Rolf Holmgren	"
Ingemar Karlsson	"
Olof Olsson	"
Erling Fransson	Skärhamns Frys AB
Bo Bertelsen	"
Jan Schyllander	Räddningsverket
Gudrun Törnström	Länsstyrelsen
Margareta Lannér- Hagentoft	"
Jan Olofsson	"
Lennart Olofsson	" ordf
Hans Terling	"
Birgit Willner	" sekr

XII.1 Inledning - presentation

Lennart Olofsson hälsar de närvarande välkomna och härefter sker en presentation av vilka som deltar i sammanträdet.

XII.2 Beskrivning av projektet - mål och ambition

Ingemar Karlsson lämnar en redogörelse för kommunfullmäktiges beslut den 28 maj beträffande detaljplan för södra hamnen, västra delen, i Skärhamn. Beslutet innebar att detaljplanen antogs samt att kommunen skall verka/ansvara för att den föreslagna handlingsplanen skall genomföras.

Av fullmäktiges beslut framgår att en åtgärdsplan i tre steg skall genomföras. Dessa är:

A. företaget genomför, enligt fastställd tidsplan, de åtgärder som föreslås i riskanalysen under avsnitt åtta "Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen".

B. Kommunen genomför följande åtgärder enligt riskanalysen:

- En beredskaps-/insatsplanering genomförs av räddningstjänsten för förebyggande åtgärder och för åtgärder som skall vidtas i samband med gaslarm/-utsläpp. Alarmeringssystem skall installeras.
- Samövning mellan räddningstjänsten, företag och fastigheter/ verksamheter som är belägna inom närområdet.
- Runt anläggningen bör en brandsäker zon säkerställas.
- Informationsplan/informationssystem med bl a kontinuerlig info till boende, verksamheter och besökande.

C. Tekniska åtgärder i anläggningen för att minska risken för omgivningen:

Kommunen skall i samverkan med länsstyrelsen, Räddningsverket m fl myndigheter genomföra ett projekt i syfte:

- att vidta konkreta tekniska åtgärder i befintlig anläggning med anledning av tillägget till planen och
- att skapa "goda exempel" för liknande anläggningar i landet.

Projektet skall i första hand finansieras med allmänna medel från regional och nationell nivå. Eventuell återstående finansiering av projektet tar kommunfullmäktige ställning till i samband med att man godkänner förprojektering, investeringskalkyl och finansiering.

Dagens sammanträde var enligt Ingemar Karlsson en första start på punkten C ovan.

XII.3 Beskrivning av sektorsintressen som berörs - intressenter - företaget

Lennart Olofsson sammanfattar att överensstämmelse råder om att det är säkerhet mot utsläpp som skall åstadkommas samtidigt som den genuina miljön skall bevaras utan alltför stora ingrepp.

Margareta Lannér-Hagentoft framhåller att det gäller att åstadkomma en integration av verksamheter - industri och boende. Det gäller att finna utvägar och tillåta att fiskeindustri finns kvar i kustsamhällena. Hon framhåller vidare att i Rönnäng används tre gånger så mycket ammoniak och att kommunen planerar att göra Tjörn till ett fiskecentrum.

Bo Bertelsen anför att en scrubber, som föreslagits i riskanalysen, kommer att kosta mycket i underhåll och undrar vem som skall stå för denna kostnad. Han betonar att anläggningen bullrar och luktar fisk och är rädd för att man skall få klagomål för detta senare. Vidare tror han att trafiken förbi anläggningen skall öka och störa verksamheten. Många nyfikna åker redan förbi. Han är också orolig för att parkeringsplatserna vid det blivande akvarellmuseet skall bli för få. Han anser också att ammoniak är det enda alternativet till freon.

Ingemar Karlsson redogör för de olika parkeringsalternativ som finns och hur kommunen har tänkt lösa denna fråga.

Jan Olofsson framhåller att skyddsavståndet för denna typ av industri är 400-500 meter. Vad händer om företaget vill expandera? Han anser också att företaget inte kan friskriva sig från framtida störningar och klagomål. han framhåller också att det inte finns några problem vid Skärhamns frys utan att tryckkärlen är av god kvalitet.

Jan Schyllander anser att frågan är besvärlig. Nya risker uppstår ständigt. Är ammoniakfaran vid industrin den stora risken eller är det en helt annan risk man borde studera i samband med tillströmningen av en mängd besökande till det kommande akvarellmuseet. Han anser att Naturvårdsverket har bytt ut en miljörisk mot en hälsorisk. Det var likadant när man bytte ut halonerna och flamskyddsmedel utan att diskutera med andra. Han efterlyser bättre samlösningar.

Håkan Bergstam anser att företaget och räddningstjänsten har ett gott samarbete och att företaget har förståelse för beredskapsfrågorna. Nu skall man gå vidare och starta åtgärderna under punkt B i fullmäktiges protokoll. Han anser också att det inte är något problem för räddningstjänsten att ta sig fram till anläggningen. Det gäller, enligt Håkan Bergstam, att minimera ett eventuellt utsläpp med hjälp av en scrubber eller någon annan teknisk lösning. En analysgrupp skall se över vattentillgång, vägar och ytterligare tillkommande risker. Risken har funnits tidigare men nu har konsekvenserna ändrats. Beträffande anläggningen i Rönnäng så är en riskanalys på gång, anläggningen är klassad som en § 43-anläggning och planering pågår för att öka säkerheten.

Rolf Holmgren framhåller att problemet inte är specifikt för Skärhamn, för Tjörn eller för nationen. det är ett globalt problem. Han anser att regionala och centrala myndigheter varit illa förberedda. Vad är problem - och vad är inte problem? Han efterlyser en samsyn. Det gäller att få fram reningsutrustning för att minska halterna av ammoniak.

XII.4 Information om projektet

Ingemar Karlsson meddelar att de boende i Skärhamn kommer att informeras om riskanalysen och åtgärdsprogrammet under nästa vecka. Rönnäng kommer man att ta sig an i slutet av augusti. Riskanalysarbetet där är påbörjat. Information kommer att lämnas i kommunens tidning.

XII.5 Genomförande - aktivitetsplan

Vissa saker i aktivitetsplanen såsom larm kommer att genomföras omedelbart. Åtgärdsprogrammet måste vara genomfört tills akvarellmuseet står klart i början av år 2000.

På fråga från Lennart Olofsson om alternativa lösningar från SRV och FOA svarar Jan Schyllander att detta är ett invecklat arbete som kan ta lång tid i anspråk. Jan Schyllander anser att den genomförda riskanalysen är svag när det gäller sannolikhet. En bättre riskanalys med värden på individrisk och samhällsrisk bör plockas fram. Man bör se till helheten, akvarellmuseet är kanske inte det största problemet. Hur ser transporterna ut? Att byta teknik kommer att ta tid. Han åtar sig att inom SRV sondera var forskningsfronten befinner sig.

Ingemar Karlsson anser att kunskapen är fragmentarisk. Han framhåller att Anders Lindborg kan se andra lösningar. Det gäller att inte förlora tid.

Rolf Holmgren anser att det gäller att minska sannolikheten. Han har haft kontakt med Kyltekniska föreningen som meddelat att det inte finns något alternativ till ammoniak. Han framhåller att riskanalysen behöver förbättras och att anläggningen skall säkras enligt länsstyrelsens beslut.

Bo Bertelsen anser att det finns billigare alternativ till scrubber.

Ingemar Karlsson framhåller att kommunen inte har bundit sig för en scrubberlösning.

Margareta Lannér-Hagentoft anser att tills vidare måste kommunfullmäktiges beslut följas. I händelse av ny kunskap och nya krav får kommunen ändra planen.

Lennart Olofsson sammanfattar att målet för projektarbetet är att åstadkomma en tillfredsställande säkerhet. Ny kunskap behövs och riskanalysen måste prövas. Det gäller att få en optimal lösning för hälsa och säkerhet.

XII.6 Tidsplan för genomförande

Akvarellmuseet skall vara klart i början av år 2000. Då skall säkerhetsfrågorna vara lösta.

XII.7 Deltagare i projektet - externa resurser - expertmedverkan

Enligt Ingemar Karlsson bör länsstyrelsen, FOA, SRV, SNV och Boverket ingå tillsammans med representanter för kommunen. Länsstyrelsen eller någon annan än kommunen bör leda projektet. Det gäller att framhålla forskningsperspektivet, samla kunskap och pröva kunskap. Arbetet bör komma igång snarast, och visst arbete bör genomföras under sommaren.

XII.8 Pilotprojekt. FOU - SRV:s medverkan

Jan Schyllander anser att det kan ta tid att komma igång med aktiviteter inom detta område.

XII.9 Länsstyrelsens roll och medverkan

Lennart Olofsson anser att det är kommunen som bör driva projektet. Länsstyrelsens roll blir att förmedla kontakter. Ingemar Karlsson anser att det inte är ett specifikt företagsprojekt och att det är viktigt att länsstyrelsen ingår med tanke på den stora region som den representerar. Jan Schyllander anser att det är enklast om länsstyrelsen driver projektet. I denna fråga bestäms att länsstyrelsen och kommunen funderar vidare på sina roller i projektarbetet.

XII.10 Kostnader - finansiering

SRV bör kunna bidraga med forskningspengar med tanke på att frågan har generell betydelse. SRV bör ta hjälp av FOA. Även NUTEK bör kunna bidraga med medel. Ingemar Karlsson anser att kommunen kan finansiera inledningen av projektet.

De närvarande beslutar följande:

- Kommunen inleder omgående sin diskussion om punkterna A och B.
- SRV och Länsstyrelsen gör en djupare analys av riskanalysen.
- samtliga funderar över hur finansieringsfrågan skall lösas och inkommer med förslag.
- Nästa möte hålls den 12 augusti kl 13.00 i rum Ascheberg på länsstyrelsen. Till detta möte skall Boverket och Naturvårdsverket inbjudas.
- Vid detta möte skall innehållet i projektet, medverkan, tidsplan, arbetssätt och ledning diskuteras.

XIII. Konvertering från fluorkarboner, CFC, (freon) till ammoniak som köldöverförings-medium i frys- och kylanläggningar, skrivelse från länsstyrelsen Västra Götaland till Räddningsverket 22/6 1998

Av förordning (1995:636) om ämnen som bryter ned ozonskiktet, som kompletterar motsvarande EU förordning (nr 3093/94), framgår bl a att de ämnen som i EG förordning betecknas klorfluorkarboner, freon (CFC), inte får tillverkas, användas, överlåtas eller saluhållas. Undantag från detta förbud gäller användning som arbetsmedium i befintliga anläggningar t o m den 31 december 1999.

Detta innebär bl a att freon som köldmedium i kyl- och frysanläggningar skall ha ersatts av andra och mer miljövänliga kylmedia vid utgången av 1999.

Statens naturvårdsverk har rekommenderat ammoniak som ett lämpligt alternativ vid konvertering av anläggningar som kyls med freon. Ammoniak är ett mycket giftigt ämne som vid utflöde kan framkalla stor hälsofara såväl vid anläggningen som i omgivningen.

I landet pågår för närvarande en konvertering från fron till ammoniak som kylmedium i frys- och kylanläggningar.

Det krävs inget tillstånd, t ex bygglov, för konvertering av kylmedium. Däremot har branschorganisationer antagit egna normer, t ex svensk kylnorm, som innebär en skyldighet för ägare att till kommunens räddningstjänst anmäla innehav av ammoniak om mängden överstiger 10 kg.

Boverket eller Räddningsverket har hittills inte utfärdat några rekommendationer eller råd som reglerar hälsa och säkerhet i samband med byte av kylmedel. Enligt Länsstyrelsens uppfattning bör en riskanalys genomföras som belyser de risker som ammoniak kan förorsaka i varje enskilt fall. I annat fall kan hanteringen innebära att ett miljöfarligt ämne ersätts med ett hälsofarligt utan att konsekvenserna för omgivningen analyserats.

Länsstyrelsen vill härigenom uppmärksamma kommunerna på de risker som kan vara förenade med genomförda eller planerade konverteringar, som innebär en ökad användning av ammoniak i kyl- och frysanläggningar. Länsstyrelsen förordar att riskanalyser görs så att ytterligare risker som kan medföra allvarlig fara för människor inte byggs in i samhället.

Med hänsyn till att flera lagstiftningsområden är berörda samt behovet av samordning av olika sektorsintressen hemställer Länsstyrelsen att Statens räddningsverk i samråd med Statens naturvårdsverk och Boverket utfärdar nödvändiga rekommendationer/regler för att tillgodose de säkerhetskrav som en ökad ammoniakhantering medför.

I handläggningen av detta ärende har, förutom undertecknade, deltagit företrädare för planenheten och miljöskyddsenheten.

Göran Bengtsson Lennart Olofsson

XIV Projekt "Säkrare kyl- och frysanläggningar" Projektbeskrivning - utkast, länsstyrelsen 22/6 1998

XIV.1 Bakgrund

I samband med ändring av en detaljplan för Skärhamns tätort, Tjörns kommun, har frågan om risker och säkerhet kring ammoniakhantering uppmärksammats särskilt. Till följd av innehållet i förordningen (1995:636) om ämnen som bryter ned ozonskiktet bedömer Länsstyrelsen att användningen av ammoniak i kyl- och frysanläggningar i länet kommer att öka. Eftersom många befintliga anläggningar är belägna i tätbebyggelse är det angeläget att risk- och säkerhetsfrågorna ägnas särskild uppmärksamhet till följd av ammoniakens egenskaper och hälsopåverkan vid utsläpp.

Användning av ammoniak regleras genom säkerhetsbestämmelser inom flera lagstiftningsområden. Företagets ägare kan åläggas långtgående skyldigheter att vidta åtgärder med stöd av bestämmelser i bl a räddningstjänstlagen och Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling. Det är därför angeläget att samhällets krav på säkerhet kan utformas på sådant sätt att inte grundläggande betingelser för näringsliv och sysselsättning äventyras. För Västra Götalands del kan detta i annat fall innebära att mindre livsmedelsföretag i genuina miljöer tvingas upphöra med verksamheten p g a långtgående ekonomiska krav från samhällets sida.

XIV.2 Syfte

Projektet "Säkrare kyl- och frysanläggningar" syftar till att åstadkomma en tillfredsställande säkerhet kring anläggningar som hanterar ammoniak i Västra Götalands län. Projektet omfattar också anläggningar, som till följd av förordningen (1995:636) om ämnen som bryter ned ozonskiktet, avser ersätta freoner med ammoniak som kylmedel.

Med anläggningar avses här befintliga anläggningar som livsmedelsindustrier, fiskeindustrier, lager eller andra anläggningar som är så belägna att ett utsläpp av ammoniak kan vålla allvarlig skada i omgivningen.

I projektet deltar, förutom Länsstyrelsen, Statens räddningsverk, Tjörns kommun (och företrädare för Skärhamns frys AB?).

XIV.3 Mål - effekter

Målet med projektet är:

- att komma fram till ändamålsenliga former för analys och värdering av risker/konsekvenser av ammoniakhantering i ett brett tvärsektoriellt perspektiv samt
- att resultatet kan utgöra ett planeringsinstrument i planeringsarbete där frågan om hälsa och säkerhet skall avvägas mot andra sektorsintressen: näringsliv, sysselsättning och miljö et c.

XIV.4 Metod

Projektet avses genomföras i form av en fallstudie, där konsekvenserna av ammoniakanvändning vid Skärhamns Frys AB skall analyseras med avseende på:

- omgivningens krav på hälsa, säkerhet och miljö
- konsekvenser för näringsliv och sysselsättning
- kommunens intressen i fråga om markanvändning
- lokala och regionala kultur- och turistintressen
- m fl intressen.

XIV.5 Beräknade långsiktiga effekter

Vid nyetablering av anläggningar som bedriver riskfylld verksamhet skall denna lokaliseras så att den negativa påverkan på omgivningen minimeras.

För den typ av befintliga anläggningar i tätbebyggelse som här avses är målet att projektet skall leda fram till lokalt anpassade åtgärdsprogram som medger att företag som bedriver riskfylld verksamhet kan bibehållas och utvecklas i harmoni med omgivningens krav, främst vad avser hälsa och säkerhet.

XIV.6 Genomförande

Länsstyrelsen leder projektet. Statens räddningsverk och Tjörns kommun medverkar i projektet.

XV. Räddningstjänstplan för Tjörns kommun fr o m 980701, antagen av KF 19980625 § 72

Industriområdena Svanvik och Stansvik är bra lokaliserade och en tänkt olycka kommer att kunna begränsas inom industriområdenas gränser.

Södra hamnen och Skärhamns industriområde samt fryshuset i Rönnäng är minder bra lokaliserade industriområden.

I Södra hamnens industriområde finns verksamhet som hanterar ammoniak. Industriområdet bör begränsas så att minimering av verksamheter samt publika tillströmningar fås.

Inom skyddsområdet runt fryshuset i Rönnäng bör inga nya bostäder och verksamheter tillkomma.

Systematiska förebyggande åtgärder vidtas fortlöpande för att sänka riskerna i berörda områden.

XV.1 Anläggning som avses i § 43 RäL

Skärhamns frys - Södra hamnen, Skärhamn Ammoniak

Astrids fiskexport AB - Rönnäng Ammoniak

XVI. Ang Skärhamns Frys AB m m, skrivelse till kommunchefen från Räddningsverket 7/7 1998

Översänder ett utkast till projektbeskrivning för kännedom och ev synpunkter. Projektet är uppdelat i två etapper där resultaten från den första torde vara mest intressant för Er. Den andra delen av projektet tar sikte på att ta fram en generell vägledning för den här typen av frågor.

För att projektet skall kunna genomföras enligt tidsplan är medverkan från såväl Tjörns kommun som Skärhamns Frys AB nödvändig.

XVI.1 Projektbeskrivning

XVI.1.1 Information

Titel:	Konvertering från Freon till Ammoniak
Projektansvarig:	Jan Schyllander
Organisatorisk enhet:	RoMr
Aktivitetsnummer:	4590
Program:	
Tema:	
Startår och månad:	98-08
Slutår och månad:	99-02
Total kostnad för 1998:	550 kkr

XVI.1.2 Bakgrund

Freoner har en mängd industriella användningsområden. Bland annat används freoner som kylmedia i såväl storskaliga kylanläggningar som i mindre. Sverige har av miljöskäl beslutat att användningen av freoner ska upphöra (1995:636). Någon annan ersättare än ammoniak tycks för närvarande inte finnas, åtminstone inte i industriella applikationer. Ur hälso-synpunkt är detta beslut inte helt invändningsfritt. I princip har man ersatt en miljörisk med en hälsorisk.

Beslutet innebär att allt fler kyl- och frysanläggningar kommer att byggas om för ammoniak som kylmedium. Ofta är det fråga om stora mängder ammoniak, flera ton. Då dessa anläggningar tidigare inte klassats som en hälsofara finns det sannolikt många som ligger mindre lämpligt till. Hade det varit fråga om nyetablering, så skulle anläggningen ha placerats med betryggande säkerhetsavstånd till andra verksamheter.

Problemet har nyligen lyfts fram då ett museum i Tjörns kommun projekterats i omedelbar anslutning till en frysanläggning.

XVI.1.3 Syfte

Detta projekt syftar till att, utgående från frysanläggningen i Skärhamn, ta fram en generell vägledning för riskbedömning av ammoniakanläggningar. Arbetet skall utgöra ett stöd för kommunernas riskhantering i liknande situationer.

XVI.1.4 Avgränsning

Studien omfattar riskfrågor i samband med drift av kylanläggningar med ammoniak. Andra användningsområden eller transport av ammoniak (annat än i samband med kylanläggning) innefattas ej.

XVI.1.5 Mål

Arbetet skall resultera i ett generellt användbart underlag för kommunala riskbedömningar av kylanläggningar med ammoniak. Arbetet bör ge erforderlig vägledning för att:

- formulera krav på riskanalys av en ammoniakanläggning
- genomföra enklare riskanalyser av god kvalitet
- värdera resultat av analyser
- bedöma risker från en ammoniakanläggning i relation till andra kommunala risker
- ta ställning till behov av mer detaljerade analyser

XVI.1.6 Genomförande

Arbetet genomförs i två delar:

- Del 1 "Riskanalys kylanläggning Skärhamn"
- Del 2 "Vägledning för riskbedömning av ammoniakkylanläggningar"

XVI.2 Del 1 "Riskanalys kylanläggning Skärhamn"

För anläggningen i Skärhamn genomförs en kvantitativ riskanalys innefattande:

- Identifiering och initiell värdering av möjliga olyckshändelser med hjälp av grov- eller what-if analysmetodik.
- Frekvens- och konsekvensanalys av identifierade möjliga olycksscenarier.
- Beräkning av individ- och samhällsrisk. Individrisk presenteras i form av riskkonturer på karta. Samhällsrisk presenteras i form av FN-kurva. Resultat redovisas avseende situationen före respektive efter genomförande av planerade nya aktiviteter i området. Hänsyn tas, förutom till själva anläggningen (såväl teknisk utformning som säkerhetskultur), även till befolkningstäthet, topografi, väderlek, varningssystem, utrymningsvägar et c. Kvantitativa beräkningar skall utföras för 3:e person.
- Värdering av resultat.

Arbetet utförs i nära samverkan med Skärhamns Frys AB, Tjörns kommun, Länsstyrelsen i Göteborg och Räddningsverket.

XVI.3 Del 2 "Vägledning för riskbedömning av ammoniakkylanläggningar"

Denna del av arbetet kan genomföras som en förstudie och en huvudstudie. Under förstudien skall:

- relevanta typer av anläggningar identifieras

- litteratursökning genomföras (kylteknik, riskanalyser, inträffade olyckor)
- kontakt etableras och förankring hos branschorgan genomföras
- erfarenheter från Skärhamnsstudien summeras
- innehåll och avgränsningar för huvudstudie upprättas

Huvudstudien skall preliminärt innefatta (men ej nödvändigtvis begränsas till):

XVI.3.1 Problembeskrivning

- bakgrund
- olika typer av anläggningar, tekniska lösningar vid konvertering

XVI.3.2 Förutsättningar för riskanalys

- erforderliga data

XVI.3.3 Riskidentifiering

- vägledning för identifiering av olyckshändelser
- exempel på händelser som skall beaktas (stora/små läckage, läckage från olika typer av utrustning, fyllning/tömning, inomhus/utomhus, säkerhetsventiler, yttre påverkan et c)

XVI.3.4 Frekvensbedömning

- faktorer att beakta (säkerhetsledning, inspektion, teknisk status, yttre påverkan mm)
- förslag på generiska feldata
- hänvisningar till datakällor

XVI.3.5 Konsekvensbedömning

- allmänt om ammoniaks egenskaper
- spridningsberäkningar (exempel på ett antal typfall)
- konsekvenser för människa och miljö vid exponering
- faktorer att beakta (typ av omgivningsaktiviteter, utrymning m m)
- hänvisningar till beräkningsmodeller mm (t ex arbeten utförda av FOA, programvara m m)

XVI.3.6 Uppskattning av risk

- skattning av risk med hjälp av riskmatris
- beräkningsmodeller
- individ-/samhällsrisk konceptet

XVI.3.7 Värdering av risk

- utgångspunkter för värdering
- värdering av osäkerheter
- jämförelser med andra kommunala risker
- kriterier för mer detaljerade analyser

XVI.3.8 Alternativa åtgärder

- exempel på anläggningstekniska lösningar för att reducera risk (indirekta kylsystem, inbyggnad, ventilation et c)
- exempel på omgivningstekniska lösningar för att reducera risk (fysisk planering, utrymning, larm, ventilation et c)
- värdering av olika åtgärder ur risksynpunkt / kostnads-nytta konceptet

XVI.4 Sammanställning av (exempel på) inträffade olyckshändelser vid kylanläggningar i Sverige och internationellt

XVI.4.9 Belysning av dagsläget när det gäller ammoniak som kylmedium

- vilka alternativ finns?
- för- och nackdelar med alternativ
- pågående forskning

XVII. Skrivelse till Skärhamns Frys AB från Tjörns räddningstjänst 29/7 1998

Kommunfullmäktige beslutade 1998-06-25 om antagande av reviderad räddningstjänstplan där Skärhamns Frys AB klassas som § 43-anläggning.

Vid en anläggning, där verksamheten innebär fara för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön, är anläggningens ägare eller innehavare enligt 43 § räddningstjänstlagen skyldig att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador.

Bestämmelserna i 66 b-d §§ räddningstjänstförordningen ansluter till 43 § räddningstjänstlagen.

Med utgångspunkt från framtagen riskanalys av 980415 har räddningstjänsten och anläggningsägaren i samråd beslutat om dimensionerande händelse, vilken ligger till grund för beslut om åtgärder.

XVII.1 Dimensionerande olycka

Rörbrott, slangbrott, ventilläckage eller liknande händelse som ger ett utsläpp på 180 kg luftburen gasmängd. Aktuell källstyrka är beräknad till 0,3 - 12 kg/sek.

Samråd mellan räddningstjänsten och ägaren, avseende vilka åtgärder som omgående bör vidtas, ägde rum på brandstationen 980728. Närvarande var Bo Bertilsen Skärhamns Frys AB, Håkan Bergstam och Hasse Wikberg räddningstjänsten.

Beslut togs därvid om att följande åtgärder skall vidtagas vid anläggningen:

1. Gaslarmsystem installeras för såväl intern som extern larmning. Oberoende klenspänningssystem för larmet installeras. Utrustningen kompletteras så att larm till omgivningen också kan utlösas manuellt.

Larmet utföres med två nivåer. Ett förlarm som ger internt larm och larm till anläggningsskötare i beredskap samt en högre nivå som dessutom aktiverar larm till omgivningen (tyfon) och larmar räddningstjänsten.

Larmnivåer och larmstatus i övrigt beslutas i samråd med räddningstjänsten.

(I 39 § Räddningstjänstlagen finns en generell skyldighet att vid upptäckt av en olyckshändelse varna dem som är i fara och vid behov tillkalla hjälp.)

2. Företaget skall dygnet runt hålla beredskap med anläggningsskötare, vilka delegerats ansvar och befogenheter avseende drift och underhåll av ammoniakanläggningen.

Personal i beredskap skall kunna vägleda och biträda räddningsstyrkan som skall göra insatsen.

3. Personal i beredskap skall för att kunna bistå räddningstjänsten vid insats ha tillgång till lämplig skyddsutrustning såsom: andningsapparat, kemskyddsdräkt, handskar och hjälm.

4. Räddningstjänsten skall av företaget informeras om de instruktioner, handlingsplaner och rutiner som gäller för: fortlöpande tillsyn, skötsel och underhåll, utbildning av personal, servicearbeten och gaslarmutsläpp.

5. Maskinrummet skall utföras så att det utgör en egen brandcell avskild från byggnaden, i övrigt i lägst brandteknisk klass EI-C 60.

6. Brandskyddszon inom ett avstånd av 12 meter från byggnaden upprättas. Inom området får inte uppställas eller förvaras brännbar materiel i sådan omfattning att det vid brand utgör hot mot byggnaden.

7. Företagets utrymningsstrategi redovisas på utrymningsplaner strategiskt placerade i byggnaden. Av dessa skall framgå alternativa utrymningsvägar, uppsamlingsplats, larmkaraktär, larmtelefonnr och släckutrustnings placering.

8. Vid varje tillfälle då större serviceingrepp planeras för ammoniakanläggningen skall samråd med räddningstjänsten etableras. Kontakt bör tas så tidigt som möjligt, helst senast en vecka före serviceingreppet, varvid dokumentation över genomförandet presenteras.

9. Varje planerad förändring vid anläggningen, som på något sätt förändrar riskbild, rutiner eller insatsplanering, skall föregås av samråd med räddningstjänsten.

10. Företaget skall vid en olyckshändelse eller om överhängande fara för sådan olyckshändelse förelegat, omgående informera räddningstjänsten och Statens räddningsverk i enlighet med 66 d § räddningstjänstförordningen.

11. Företaget och räddningstjänsten skall tillsammans informera verksamhetsansvariga inom riskområdet. Informationen skall innehålla aktuell risk-/ hotbild, hur varning genomförs och vilka åtgärder som då bör vidtas.

12. Företaget skall medverka vid planerade samövningar med räddningstjänsten och övriga räddningsorganisationer samt bistå vid insatsplanering, framtagande av larmplaner, åtgärdskalendrar och underlag för meddelande som skall sändas i radio.

Ovanstående punkter avseende åtgärder vid Skärhamns Frys AB ammoniakanläggning skall vara vidtagna senast 1998-10-31.

XVII.2 Upplysning

Intervall och omfattning av den lokala tillsynen enligt 10 § räddningstjänstlagen kommer att beslutas efter samråd med övriga berörda myndigheter.

XVIII Sammanträde på länsstyrelsen 12/8 1998 angående projekt Skärhamns Frys AB

Närvarande:

Namn	**Myndighet/företag**
Håkan Bergstam	Tjörns kommun
Ingemar Karlsson	”
Liane Haeffler	Det Norske Veritas
James Hannah	”
Erling Fransson	Skärhamns Frys AB
Bo Bertelsen	”
Anders Lindborg	Ammonia Partnership AB
Holger Stråat	ÅF-RNK AB
Jan Olofsson	Länsstyrelsen, Miljöskydd
Hans Terling	” , Civil beredskap, ordf
Lennart Olofsson	” , sekr

Lennart Olofsson hälsar välkommen och beklagar att Räddningsverket inte har möjlighet att närvara. Länsstyrelsen har inte bedömt att det är nödvändigt att Boverket och Naturvårdsverket deltar i dagens möte.

1. Kort genomgång av förra mötets anteckningar.

2. Anmäls att SRV beslutat avdela medel för ett projekt *Konvertering från freon till ammoniak* med syfte att få fram normer för säkerhet kring anläggningar som hanterar ammoniak. Projektet genomförs i form av en fallstudie med utgångspunkt från förhållandena kring Skärhamns Frys AB.

SRV:s projektbeskrivning gås igenom och delas ut till deltagarna. arbetet skall genomföras i två delar:

- Del 1 Riskanalys, kylanläggning Skärhamn
- Del 2 Vägledning för riskbedömning av ammoniakanläggningar

3. Det Norske Veritas presenterar sig och det projektuppdrag man erhållit från SRV. Presentationsmaterialet delas ut till deltagarna.

På fråga om detta är en ny analys konstateras att så är fallet och att analysresultatet skall kunna ligga till grund för sådana förslag till åtgärder som uppfyller detaljplanens krav på säkerhet. Det betonas att företaget, kommunen, länsstyrelsen och SRV skall få ta del av materialet under processen.

Tidplanen för projektets del 1 anger att en rapport skall föreligga i slutet av oktober (en preliminär rapport redan i slutet av september). Betydelsen av att tidplanen håller så att projektet synkroniseras med planärendet understryks. Olika utredningar och åtgärdsprogram skall koordineras.

4 och 5. Ingemar Karlsson redovisar vad som skett från kommunens sida sedan föregående möte. På kommunens uppdrag har två experter, Anders Lindborg och Holger Stråat, anlitats för att beskriva alternativa åtgärder för att höja driftsäkerheten vid Skärhamns frys till en sådan nivå som anges i kommunfullmäktiges planbeslut.

Holger Stråat redovisar sin analys med förslag till åtgärder och kostnadsberäkningar. Materialet delas ut till deltagarna.

Anders Lindborg konstaterar att SRV:s projekt är angeläget och att det finns ett behov av att anlägga en helhetssyn i fråga om ammoniakhantering utifrån de olika regelsystem som finns. Det finns utrymme att vidtaga åtgärder i anläggningen för att höja säkerheten. Han föreslår bl a att det kan vara lämpligt att satsa på en skorsten för bortventilering av ammoniak i lättgasform. Erfarenheter av detta finns i USA.

6. Företaget anser att man hamnat på mellanhand och inte är med i processen på det sätt som utlovats. Som särskilt besvärande har man uppfattat de tidningsartiklar om planärendet som förekommit under sommaren. Företaget känner sig utpekat och vädjar nu om att diskussionen skall föras i projektgruppen och inte i media. Efter diskussion enas man om att en rak och öppen debatt är viktig och att den skall föras inom gruppen och inte i media.

Härefter vidtar en diskussion om de säkerhetshöjande åtgärdsförslag som presenterats. Vikten av att finna en helhetslösning som tillgodoser såväl företagets som andra intressen, bl a akvarellmuseet, understryks.

På fråga om hittills föreslagna åtgärder kan börja vidtas svarar Veritas att man nog bör ha helheten klar innan man vidtar dyrbara åtgärder. Det kan ju visa sig att en åtgärd med lägre kostnad kan få samma säkerhetshöjande effekt som en dyrare. Veritas säger att man kan analysera de olika åtgärder som föreslagits från skilda utredare. Veritas utredning, som kommer att vara klar i slutet av oktober, kommer att klarlägga vilka delar av anläggningen som bidrar till risker och vilka åtgärder man bör koncentrera sig på för att öka säkerheten.

På fråga från företaget om finansieringen är klar svarades att det först måste finnas ett åtgärdsprogram. Därefter kan en behandling av finansieringsfrågan påbörjas.

Kommunen föreslår att arbetet koncentreras till tre områden:

- Tillsammans med företaget görs en anläggningsgenomgång av Anders Lindborg och Holger Stråat.
- Kommunen arbetar med finansieringsfrågan.
- Åtgärdsprogram överlämnas till Veritas.

Man konstaterar att inget hindrar att olika tekniska lösningar studeras samtidigt som Veritas analys pågår. Det är viktigt att ta tillvara den kunskap som finns hos de olika parterna. Denna kunskapsöverföring in i projektet måste säkerställas. Avstäms med SRV.

Kommunen föreslår att länsstyrelsen arrangerar ett "miniseminarium" som ett led i processen. Länsstyrelsen skall undersöka förutsättningarna och enligt framfört önskemål försöka genomföra det den 2/9.

XIX. Inför länsstyrelsens seminarium angående "Hur hantera säkerhetsfrågor i samhällsplaneringen vid en ökad ammoniakhantering", PM 15/8 1998

Program

13.00 - 13.10	Inledning - länsöverdirektör Göran Bengtsson
13.10 - 13.20	Bakgrundsbeskrivning - Lennart Olofsson
13.20 - 13.35	Tjörns kommun och planärendet
13.35 -	Räddningstjänstens krav
13.50 - 14.05	Näringslivets intressen - Skärhamns frys

14.05 - 14.35	Genomförda analyser - förslag till åtgärder
	JNN Contracting AB, Jan Johansson (10 min)
	Ammonia Partnership AB, Anders Lindborg (10 min)
	ÅF-RNK, Holger Strååt (10 min)
14.35 - 14.55	Kaffe
14.55 - 15.35	Länsstyrelsens syn från kultur-, miljö-, plan-, näringslivs- och säkerhetssynpunkt
15.35 - 16.05	Statens räddningsverk, Boverket, Naturvårdsverket och Arbetarskyddsstyrelsen som företrädare för regelsystemet
16.05 - 17.00	Hur hantera en ökad ammoniakanvändning i samhällsplaneringen?

XIX.1 Inledning

XIX.1.2 Hälsa välkommen

I samband med prövning av en detaljplan för Södra Hamnen i Skärhamn, Tjörns kommun, uppmärksammades frågan om i vilken utsträckning en anläggning som hanterar ammoniak skall få påverka detaljplanens utformning och framtida markanvändning.

Skärhamn är ett genuint kustsamhälle med en koncentration av olika aktiviteter kring hamnen.

Här finns Skärhamns Frys, en fiskeindustri, som trängs med restaurang- och hotellverksamhet, handel, båthamn, turister, boende och i framtiden ett nordiskt akvarellmuseum.

Skärhamns Frys använder, i likhet med många andra livsmedelstillverkare, ammoniak som kylmedel.

Ammoniak är det idag effektivaste kylmediet och beräknas få en allt större användning. Genom att freoner på grund av miljöskäl förbjuds som kylmedel vid utgången av 1999 kommer många anläggningar att konvertera från freon till ammoniak.

Skärhamns Frys och Tjörns kommun är alltså bara ett exempel där hälso- och säkerhetsintressen skall vägas mot andra intressen i samhällsplaneringen.

Med hänsyn till frågans principiella intresse har Statens räddningsverk beslutat att genomföra ett projekt med syfte att få fram en vägledning för planering med avseende på säkerheten kring ammoniakanläggningar. Man kan säga att Skärhamns Frys används som pilotfall för att få fram nationella regler och vägledning.

Vi har valt att utifrån exemplet Skärhamns Frys och Tjörns kommun få till stånd en diskussion kring frågan om konsekvenser och åtgärder till följd av en ökad ammoniakhantering i samhällsbyggandet.

XIX.1.3 Stödanteckningar

I samband med detaljplanearbetet togs en riskanalys fram. Analysen visade att ett utsläpp av ammoniak skulle kunna få allvarliga konsekvenser för omgivningen.

Skärhamns samhälle är ju ett genuint kustsamhälle med tät bostadsbebyggelse och en koncentration av olika verksamheter på en mycket begränsad yta. Förutom fiskindustrin finns här restauranger, båthamn, turism och i framtiden ett nordiskt akvarellmuseum.

Resultatet av riskanalysen ledde till att vissa bestämmelser om hälsa och säkerhet togs in i planen och att räddningstjänsten och företaget enades om säkerhetshöjande åtgärder vid anläggningen.

Ammoniak är ett effektivt kylmedel men också ett mycket hälsofarligt ämne. Vi kan dessutom förutse en ökad användning av ammoniak som kylmedelsersättning för freoner.

Riskanalysen gav inte svar på följande frågor:

Vilken risknivå är acceptabel utifrån omgivningens krav?

Vilka planeringsnormer skall tillämpas på befintliga anläggningar?

Flera lagstiftningar påverkar ammoniakhantering:

- miljöskyddslagstiftningen - miljöpåverkan
- räddningstjänstlagstiftning - inre och yttre miljö
- arbetarskyddsbestämmelser - inre miljön
- svensk kylnorm
- Plan och bygglagen - bl a väga hälsa mot och säkerhet mot en rad skilda sektorsintressen
- m fl

Upplever en brist på samordning av olika regler - saknar en helhetssyn på hur risken skall värderas och hanteras.

Skälet till lsty skrivelse till SRV m fl med hemställan om nationella regler.

Upplever dessutom behovet av en bättre samordning när det gäller tillsyn och kontroll av olika system i anläggningen som påverkar säkerheten i och utanför anläggningen. Skulle vilja ha en form av samordnad tillsyn där kommunen deltar. Underlättar inte minst för företaget att säkerhetsfrågor och krav på säkerhet kan framföras på ett samlat sätt.

Från länsstyrelsens sida är ambitionen att i hanteringen av dessa frågor behandla olika sektorsintressen på ett samlat sätt.

XX Jan Johanssons projektbeskrivning Säkring av Skärhamns Frys mot ammoniak-utsläpp version 2/11 1998

XX.1 Projektbeskrivning

XX.1.1 Riskvärdering

Från den av oss genomförda riskanalysen drar vi slutsatsen att risk för storolycka föreligger i anläggningen samt i anläggningens omgivning, då i första hand inom riskområdet för upp till 2.500 ppm ammoniakkoncentration i luften.

Via statistiska metoder för värdering av individrisk kan man påvisa att sannolikheten för livshotande påverkan är mycket låg.

Vi anser att individriskmetoden kan invagga berörda i en falsk uppfattning om skadeutfallet i en reell olyckssituation. Av metoden framgår inte det skadeutfall som föreligger vid exempelvis ett ammoniakutsläpp med livshotande koncentration från anläggningen då många människor befinner sig i närområdet i samband med besöksmässig koncentration t ex under högsäsong eller vid särskilda evenemang.

Det är sannolikt att personkoncentrationer på 100-500 frekvent kan förekomma inom anläggningens närområde om man utgår från kommunens uppgifter om aktuella verksamheter.

Det är vår erfarenhet att vid den "reella" riskvärdering som tillämpas av kommunala, läns- och nationella myndigheter accepteras inte att risk kan föreligga för att oskyddade människor överhuvudtaget skall kunna utsättas för livsfara i samband med utsläpp av farliga ämnen.

Som regel utgör redan vetskapen om att ett farligt ämne hanteras grund för att plan- och säkerhetsmässiga åtgärder föreskrivs utan att någon närmare analys genomförs av sannolikheten för att det skall ske ett utsläpp av det farliga ämnet. Vid en av de två kylanläggningarna på Tjörn har tre allvarliga ammoniakutsläpp redovisats sedan 1984. Detta faktum omkullkastar generella sannolikhetsmodeller. Vi menar också att det från ett nationellt perspektiv är rimligt att risken i Skärhamn inte skall värderas lägre än inom riket i övrigt även om kommunen och ej företaget måste stå för säkringskostnader.

Det finns i grunden två alternativa vägar att välja för att reducera risken:

1. Oskyddade människor och verksamheter fjärmas från anläggningens inre riskområde i största möjliga utsträckning eller så flyttas anläggningen.

2. Anläggningen säkras så att risken för utsläpp av farlig gaskoncentration elimineras så långt som känd och beprövad teknik medger.

XX.2 Grundläggande faktorer för säkring mot ammoniakutsläpp

Vi tar fasta på följande faktorer som grund för vårt förslag till tekniska åtgärder för att säkerställa att omgivningsmiljön ej utsätts för ammoniakkoncentrationer över 100 ppm:

1. Den mänskliga faktorns påverkan på system och anordningar som kan generera ett okontrollerbart utsläpp av ammoniak skall minimeras.

2. Alla tryckbärande anläggningsdelar med ammoniakinnehåll skall vara förlagda inom "gassektionerade" rum. Utomhusförlagda anläggningsdelar får ej förekomma.

3. Ett eventuellt utflöde av ammoniak i gas- eller vätskefas skall ske inom gassektionerat rum och därifrån kontrollerat ledas till destruktion.

4. Gaskondensering får ej ske med omgivningsluft utan skall ske via vätskekylda värmeväxlare.

5. Säkerhetsventilers utlopp skall via avspänning ledas till destruktionssystem.

6. Via ett automatiskt gasindikeringssystem skall människor i och utanför anläggningen samt räddningstjänsten larmas, dörrar och portar till gassektionerade rum stängas och nödsystemen aktiveras och startas.

Teknisk rambeskrivning av säkerhetsåtgärder

Av bifogat principschema (Bilaga B) framgår anläggningens säkerhetsmässiga design.

Följande huvudsakliga åtgärder vidtages i anläggningen:

1. Nuvarande maskinrum avgränsas och tätas samt förses med självstängande och larmade dörrarport. Fönster förses med brandhärdigt glas.

2. Plattinfrysningslokalen tätas och kompletteras så att brandsäkra ytskikt erhålls. Lokalen förses med självstängande dörrar och port. Fönster förses med brandhärdigt glas.

3. Ammoniakbärande utrustning på taket inbygges i ett eget brandsäkert processrum.

4. Nuvarande evaporativa kondensorer bytes mot vätskekylda värmeväxlare.

5. Sektioneringsventiler installeras i rörsystemen mellan behållare.

6. Säkerhetsventilernas utloppsrör ansluts via ett avspänningskärl till scrubbern.

7. Maskinrummet, plattinfrysningsrummet och det nya processrummet på taket förses med en individuellt ansluten grund- och nödventilation som via fläkt med back-up ansluts till en scrubber. Scrubbervätskan utgörs av havsvatten som via pumpar med back-up tillföres scrubberns bädd. Även den normala grundventilationen leds genom scrubbern som en extra säkerhetsåtgärd. Vid normal grundventilation är scrubbern ej i drift. Scrubberns utloppsskorsten mynnar ca 10-12 meter över gatunivån.

8. En helautomatisk larmanläggning, som via en analysator kontinuerligt mäter ammoniakhalten i de tre processrummen, ger larm till anläggningens

personal, till omgivningen via tyfon och VMA samt till räddningstjänsten, installeras. Larmanläggningen stänger alla dörrar och portar till de tre processrummen, stoppar kompressorer och stänger sektioneringsventiler. Nödventilationen och scrubberpumparna startas av larmanläggningen.

Via larmanläggningen sker kontinuerligt registrering och kontroll av säkerhetsfunktionerna i ammoniakanläggningen.

XX.3 Administrativa åtgärder

Utöver de tekniska åtgärderna kräves att personell kompetenshöjning sker, rutiner för förebyggande underhåll och fortlöpande tillsyn etableras och verkställes samt att driftövervakningen av anläggningen säkras.

XX.4 Projektkostnadskalkyl

För att åstadkomma en ur investeringssynpunkt tillräckligt säker projektkostnad erfordras att en förprojektering genomföres. Vi redovisar nedan en preliminär storleksordning på säkringsåtgärderna.

Förprojektering	50.000:-
Detaljprojektering och projektledning	300.000:-
Byggkostnader	800.000:-
Processutrustning	1.800.000:-
El- och styrsystem	250.000:-
Larmanläggning	300.000:-
Rutiner, utbildning, information och dokumentation	100.000:-
Summa	**3.600.000:-**

Noteras skall att i anläggningen finns befintlig kylsystem med freoner som köldmedia. Dessa kommer i framtiden att bli föremål för konverteringombyggnad. Kostnaden för detta ingår ej i kalkylen ovan.

Ammoniakanalysatorlarm, som är en del av larmanläggningen, ingår ej kostnadsmässigt till fullo i kalkylen, då det redan idag finns krav på företaget att sådan skall finnas. Denna princip gäller även andra föreskrivna säkringsåtgärder som företaget redan idag bestämmelsemässigt skall uppfylla.

XXI ÅF-RNK:s förlag till ombyggnad av kyl anläggning för att minska risker för ammoniak-utsläpp

A. Version 5/11 1998

XXI.1 Förutsättningar

Skaderisken från ammoniakutsläpp har diskuterats under hösten 98 av intressenter från länsstyrelsen, Boverket, räddningstjänsten, Norske Veritas, Ammonia Partnership, JNN Contracting AB, SAQ, Naturvårdsverket, Arbetarskyddsstyrelsen, Tjörns kommun och Skärhamns Frys AB.

Besiktning av anläggningen och riskanalyser har utförts av JNN Contracting, Det Norske Veritas, Ammonia Partnership, ÅF-RNK och räddningstjänsten.

Fullständig enighet mellan inblandade parter om utförande har ej nåtts.

Denna utredning har utförts för att få fram kostnader för ombyggnadsalternativ med beaktande av synpunkter från besiktningar och riskanalyser.

XXI.2 Åtgärder

XXI.2.1 Nödvändiga eller lagstadgade åtgärder

Kylmaskinrummet skall ombyggas så att kraven i svensk kylnorm (SK) uppfylls. Brandsäkra och självstängande dörrar skall installeras. Kylmaskinrummet skall vara brandsäkert och ett inplastat flödesschema placeras i det. Följande skall finnas: utrymningsplan, skåp för skyddsutrustning, andningsskydd m m, brandsläckningsutrustning, nödstoppknappar för kompressorer vid dörrar, omkopplare för start av katastrofventilation, märkning av komponenter, förbudsskyltar för obehörig, fullständiga driftinstruktioner, gasvädringsutrustning med larm till räddningstjänsten. Elinstallationer och belysning skall utföras enligt krav i SK 7.10 - 8.5 - 8.6. Utrustningen för oljeavtappning skall justeras och driftspersonalen utbildas.

Kostnad 110 kkr

XXI.2.2 Tillkommande krav

Katastrofventilation i kylmaskinrum
Förbättrad ventilation: ny frånluftskanal uppdrages 15 m över yttertak ock kompletteras med larm och eventuellt med kallvattendusch. Se skiss i bilaga 1.

Friskluftsintag med backspjäll.

Kostnad 125 kkr

XXI.2.3 Ändringar på yttertak

1. Evaporativa kondensorer (2 st) utbyts mot en ny. Detta är ett alternativ till kyltorn eller kylmedelskylare. Kostnader redovisas under systemombyggnad nedan.

2. Vätskeavskiljare (2 st) och hetgasvärmeväxlare inbyggs med prefabricerade isolerelement samt justeras så att åtkomligheten förbättras.

Utrymmet förses med täta dörrar och kompletteras med ventilation och köldmedielarm.

Urladdningsledning ansluts till frånluftskanal från kylmaskinrum,

Uppdragning av kanal från utrymmet (15 m) över tak kan ej anses nödvändig.

Kostnad ca 480 kkr

XX1.2.4 Systemombyggnad

I samband med utbyte av befintliga evaporativa kondensorer kan det vara befogat att ändra köldmediesystemet med avsikt att förbättra och förenkla systemet samt att minska köldmediefyllningen. Detta kan göras på flera olika sätt och ett antal alternativ presenteras nedan. Alternativen har i sin tur uppdelats i a och b. I underalternativ b har köldmediesystemet uppdelats på två separata system.

XX1.2.5 Alternativ 1a

Utbyte av evaporativa kondensorer till en ny kondensor. I kylmaskinrum insätts en ny köldmediebehållare med större volym.

Konsekvenser. Anläggningens funktion och driftsäkerhet ökar. Köldmediefyllnad minskar ej.

XX1.2.6 Alternativ 1b

Evaporativa kondensorer utbytes och uppdelas på två köldmediekretsar som separat betjänar fryssystem och torkanläggning. En ny köldmediebehållare insätts för torkanläggning

Konsekvenser. Köldmediefyllnad minskar ej. Däremot delas den upp på två system (1.000 kg resp 1.500 kg) vilket minskar utsläppsmängden.

De evaporativa kondensorerna byts ut mot kyltorn. En ny kondensor insätts och placeras i ett utrymme intill kylmaskinrum.

Konsekvenser. Köldmediefyllnaden minskar med ca 10%. Kölmediefyllnaden på yttertaket för kondensorkylning försvinner.

XX1.2.7 Alternativ 2b

De evaporativa kondensorerna byts ut mot kyltorn. Två nya kondensorer insätts och placeras i ett utrymme intill kylmaskinrum. En hetgasvärmeväxlare för värmeåtervinning tillkommer.

Konsekvenser. Köldmediefyllnaden minskar med ca 10 %. Kölmediefyllnaden på yttertaket för kondensorkylning försvinner. Köldmediefyllnaden blir uppdelad på två separata system (1.000 kg resp 1.250 kg) vilket minskar utsläppsmängden. En anslutning till en utökad anläggning och av "freon"-system möjliggörs varvid även "freonet"(HCFC) minskar.

XXI.3 Rekommendation systemombyggnad

Alla de redovisade systemalternativen har både för- och nackdelar.

I princip är alternativ 1a med en evaporativ kondensor och ett köldmediesystem det fördelaktigaste med lägst initialkostnad och lägst driftkostnad.

Alternativ 1b ger en tämligen billig uppdelning av systemet så att den största köldmediefyllnaden begränsas till ca hälften.

Alternativ 2 med kyltorn medför att anläggningen blir mer flexibel. Kyltornet kan överdimensioneras för framtida inkoppling av t ex HCFC-system eller för utbyggnad. Köldmediesystemet kan uppdelas på två kretsar. Den totala fyllnaden minskar med ca 10 %. Två system minskar utsläppsmängden och köldmediet på yttertaket för kondensorkylning försvinner.

Kostnadssammanställning (kkr)

Åtgärder i kylmaskinrum	100
Ventilation i kylmaskinrum (15 m över tak)	125
Inbyggnad av kylutrustning yttertak	480

Systemombyggnad

1a Evaporativ kondensor en krets	850
1b Evaporativ kondensor två kretsar	900
2a Kyltorn en krets	1.000
2b Kyltorn två kretsar	1.100

B. Komplettering 2/12 1998

XXI.4 Orientering

I tidigare utredning har angivits fyra alternativ till systemombyggnad alla med underalternativ a och b.

Underalternativ b innebär en uppdelning av köldmediesystemet i två separata kretsar. Nedan beskrivs alternativ 2b.

XXI.4.1 Systemombyggnad enligt alternativ 2b

De befintliga evaporativa kondensorernas (2 st) placering på yttertaket kan medföra att köldmediet läcker ut i omgivningen.

1. De evaporativa kondensorerna utbytes mot ett nytt kyltorn placerat på yttertaket.

2. Två nya kondensorer av typ plattvärmeväxlare placeras i ett utrymme mellan de två kylmaskinrummen. De nya kondensorerna kyls med vatten. Vattnet pumpcirkuleras över kyltornet, det avger kondensorvärmen och återkyls.

3a. Kylvattenpumpar placeras i kylmaskinrum där också en tillkommande ny kylvattenbassäng placeras. För ökad effektivitet uppdelas bassängen i två delar som benämnes kall och varm.

3b. Från den kalla bassängen pumpas kylvattnet över kondensorer till den varma.

3c. Från den varma bassängen pumpas kylvattnet över kyltornen till den kalla.

3d. När kylvattentemperaturen blir för hög startar fläktar i kyltornet medförande evaporativ kylning.

3e. Kylgränser bestäms av utetemperaturens maximala våta temperaturer vilka för Skärhamn är 18°C eller torra temperaturer 25°C med relativa fuktigheten 100%. ???

3f. Kondenseringstemperaturen kan vid rätt dimensionering hållas vid 30°C eller densamma som vid nuvarande system.

3g. Kyl- och eleffekt påverkas marginellt.

4. Kondensorerna är av plattvärmeväxlartyp vilket medför att köldmediefyllnaden minskar.

5. Med kylvattenbassänger i kylmaskinrum minskar frysrisken.

6. Köldmediesystemet (köldmediemängd 2.200 kg) uppdelas på två separata system (köldmediemängd 1.000 kg resp 1.200 kg). Detta har betydelse vid ett stort läckage eftersom endast halva mängden kan strömma ut.

7. Med kyltorn och kylmedelsystem kan även kondensorer till "Freonsystemen" lätt inkopplas liksom flera kompressorer vid en framtida utbyggnad av kylrum.

8. För värmeåtervinning måste ytterligare hetgasvärmeväxlare inkopplas. Möjlighet finns dock att seriekoppla delar i de nya plattvärmeväxlarkondensorerna för effektiv värmeåtervinning. Värmeåtervinningskondensor på yttertak demonteras.

9. Köldmediefyllnaderna kan minskas ytterligare genom att recipient för fisktork ej nyinstalleras.

10. För överföring av köldmedier vid läckage kan överföringsledningar mellan system utföras.

11. Utrustning för kemisk behandling av kylvatten installeras.

12. Frysanläggningen omfattar två vertikala plattfrysar placerade intill kylmaskinrum. I utrymmet för plattfrys installeras köldmedie- och brandlarm. Vid larm stoppas köldmediepumpar och stängs magnetventil (automatisk avstängningsventil) i hetgasledning. Köldmediet skall överföras till vätskeavskiljare då plattfrysarna inte används.

Med dessa åtgärder minskar sannolikheten för köldmedieutsläpp från plattfrysarna.

Kostnaderna ökar med ca 200 kkr i jämförelse med utredning daterad 1998-11-05.
Systemombyggnad enligt alternativ 2b framgår av bilagt principschema.

Sammanfattning

Köldmediemängden av ammoniak minskar med ca 300 kg.

Uppdelning på två system minskar utsläpp av ammoniak vid större haveri.

Köldmedium på yttertak i evaporativa kondensorer försvinner.

Köldmedium i hetgasvärmeväxlare på yttertak försvinner.

Driftkostnaderna med kyltorn ökar något dock marginellt.

Drift- och skötselkostnaderna för brukaren ökar något dock marginellt.

Initialkostnad 1.300 kkr.

XXII. DNV:s riskanalys

DNV:s riskanalys gjordes på uppdrag av Räddningsverket som en fallstudie i projektet Kyl- och *frysanläggningar med ammoniak*. Den återfinns som bilaga C i Haeffler et al 2000. Studien är detaljerad och omfattande. Kostnad 150.000:-. Nedanstående utdrag tar framför allt fasta på de delar av den som är användbara som ett underlag för ett beslut om riskreducerande åtgärder vid Skärhamns Frys.

XXII.1. Introduktion

XXII.1.1 Bakgrund

Den kvantitativa riskanalys av Skärhamns frys som beskrivs i denna rapport utgör en del av projektet *Kyl- och frysanläggningar med ammoniak* som DNV genomför på uppdrag av Statens Räddningsverk.

Projektets syfte är att, utgående från en fallstudie, ta fram en generell vägledning för riskbedömning av ammoniakanläggningar. Som fallstudie valdes frysanläggningen i Skärhamn.

XXII.1.2 Generella avgränsningar

I denna fallstudie beräknas enbart den toxiska risken.

Analysen utgår från anläggningens utseende idag och baseras på den dokumentation som DNV fick vid diskussioner med anläggningspersonalen och under anläggningsbesiktningen.

XXII.1.3 Riskanalysens syfte

Syftet med den kvantitativa riskanalysen av Skärhamns frys är att:

- Identifiera och kvantifiera riskerna för 3:e person
- Värdera den beräknade risknivån gentemot av DNV i /ref 1/ föreslagna kriterier
- Utgående från genomförd analys och värdering av resultat lämna rekommendationer till riskreducerande åtgärder.

XXII.1.4 Analysens genomförande

Studien utfördes under ledning av Det Norske Veritas AB Sverige i samarbete med specialister från andra delar av DNV:s organisation och i nära samverkan med Skärhamns Frys AB, Skärhamns kommun, Länsstyrelsen i Göteborg och Räddningsverket.

XXII.2. Anläggningen

Skärhamns Frys AB började använda ammoniak som kylmedium 1983. 1995 flyttades anläggningen från Skärhamns centrum till Södra hamnen.

Ammoniak används som kylmedium för infrysning av fisk i två olika system: ett kolvkompressorbaserat system för torkanläggningen och ett skruvkompressorbaserat system för plattfrysarna. Systemen har enligt /ref. 3/ kondensorerna gemensamt och använder dessa alternerande vid olika belastningsfall. Dessutom är systemen sammankopplade via en gemensam recipient samt via tryckledningarna till kondensorerna.

Ammoniakfylld utrustning finns dels inomhus dels utomhus på anläggningens tak. Utomhus befinner sig lågtrycksbehållarna och kondensorerna. Alla andra komponenter förutom plattfrysarna befinner sig i stort sett inomhus i maskinrummet. Det finns inga gasdetektorer, -larm eller automatiska nödavstängningar. Utanför maskinrummet, dock inomhus, sitter (manuella) nödstoppsknappar för kompressorer.

Produktion sker från april till december. Under dessa månader är anläggningen i drift hela tiden. Varje kväll kontrolleras anläggningen av en medarbetare. Avvikelser från normal drift, tillbud och/eller skadehändelser dokumenteras inte skriftligen.

Under perioden december till april äger ingen produktion rum. Underhåll och inspektion utförs under denna tid efter behov. Större reparationer genomförs tillsammans med en kylmontör. Utfört underhåll och/eller inspektion dokumenteras inte skriftligen.

Fyllnadsmängden varierar mellan 2,2 och 2,5 ton ammoniak. ungefär hälften av denna mängd befinner sig i utrustningen utomhus.

Tömning och fyllning av anläggningen medelst uppkoppling av en tankbil har genomförts en gång mellan 1983 och 1995 samt fyra gånger, varav två p g a reparation, sedan anläggningen flyttades. Tömning och fyllning genomförs med hjälp av en kylmontör.

Det finns inga skriftliga driftsinstruktioner eller instruktioner för hantering av nödlägen. Det arbetas dock för närvarande med framtagande av nödlägesinstruktioner och instruktioner för åtgärder vid oljetömning.

Skärhamns frys har 18 anställda. En av medarbetarna har gått specialutbildning för ammoniak, två andra utbildar sig för närvarande. Extern personal hyrs vanligen inte in. Personal befinner sig i anläggningen mellan 7 och 16.

Det finns ingen annan industriell produktion i Södra hamnen, inga lagertankar med farliga ämnen och inga bostäder. Det finns dock ett fåtal kontor, en restaurang och en turistbyrå på ca 60 m avstånd.

Dessutom planeras ett museum för nordisk akvarellkonst i Södra hamnen cirka 100 m från anläggningen.

Mellan Skärhamn och Södra hamnen, cirka 200 m från anläggningen, ligger gästhamnen.

XXII.3. Konsekvens- och riskanalysmetodik

XXII.3.1 Programvara Safeti

För utförandet av riskanalysen används DNV:s programpaket Safeti Expert (version 5.2).

De fem huvudstegen vid genomförandet av en kvantitativ riskanalys är

- Identifikation och beskrivning av skadefall
- Beräkning av felfrekvenser
- Konsekvensberäkningar
- Riskberäkning
- Värdering av risk.

XXII.3.2 Behov av data

Behov av externa data omfattar

- Anläggningsdata (komponenter, rörledningar)

- Generiska felfrekvenser
- Populationsdata
- Meteorologiska data

Kapitel 4 och 5 beskriver i detalj framtagningen av dessa data.

XXII.3.3 Identifikation och definition av skadefall

Ett av de första stegen i varje riskanalys är identifieringen av de potentiella olyckshändelser som kan resultera i ett utsläpp av farligt material (ammoniak i denna studie). En sådan åstadkommes genom en systematisk undersökning av alla anläggningsdelar.

De risker som undersöks i denna studie är risker för dödsfall p g a toxiska effekter vid utsläpp av ammoniak. Denna ansats ger de mest konservativa resultaten m a p av beräkning av största antalet dödsfall, speciellt vad avser risken för allmänheten.

Potentiella olyckshändelser, som är associerade med anläggningar eller rörledningar, kan delas in i två kategorier:

- Möjligheter till fel som är associerade med mekaniska komponenter (kärl, rörledningar, pumpar eller kompressorer). Dessa fel är generiska och kan orsakas av sådana mekanismer som korrosion, vibration eller extern påverkan. En liten händelse kan eskalera till en större händelse och därmed orsaka en större olycka.
- Möjligheter till fel som orsakas av speciella driftförhållanden. Det främsta exemplet på detta är mänskliga fel; dock kan detta också inkludera andra olyckshändelser, t ex okontrollerbara reaktioner eller möjlighet till antändning av läckande gaser i samband med hetarbeten. Mänskligt felhandlande kan t ex inkludera fel vid anslutning av lossningsslang.

Den första kategorin kräver att varje komponent beaktas under normala driftförhållanden. I princip är därför ett första steg vid identifikation av skadefall en fullständig identifiering av varje viktig mekanisk komponent som kan fela samt dess driftvillkor volym och innehåll.

XXII.3.4 Generiska data för felfrekvenser

DNV har utvecklat en standardiserad databas för felfrekvenser. Denna datbas har granskats av flera multinationella bolag samt myndigheter. Databasen uppdateras regelbundet när relevant information ställs till förfogande.

De generiskt framtagna felfrekvenserna är typiska för västeuropeiska och nordamerikanska processanläggningar. För anläggningar som avviker mycket från denna standard -- har DNV utvecklat en metod för att ta fram en faktor med vars hjälp de generiska felfrekvenserna kan korrigeras. Denna så kallade säkerhetsmanagementfaktor har proportionell inverkan på analysresultaten. Metoden är dock mycket kostsam och tidskrävande

eftersom den baseras på en omfattande och mycket noggrann granskning av anläggningens säkerhetsledningssystem: säkerhetsfilosofi, säkerhetssystem samt styrning av säkerheten inom anläggningen.

XXII.3.5 Konsekvensberäkning

Under användning av framtagna skadefallsdata genomför programmet Safeti konsekvensberäkningar för varje identifierat skadefall. Spridningen av det utsläppta materialet modelleras och koncentrationen på olika avstånd från utsläppskällan beräknas.

XXII.3.6 Riskberäkning: individ- och samhällsrisk

Resultatet av konsekvensberäkningarna kombineras med meteorologiska och populationsdata. Programmet beräknar individ- och samhällsrisk. Dessa resultatmått refererar båda till risken att omkomma antingen för en specifik person med genomsnittlig känslighet (individrisk) eller för någon i en viss population (samhällsrisk).

XXII.4. Bakgrundsdata

XXII.4.1 Meteorologiska data

Konsekvenserna av ett utsläpp av toxiskt material är starkt beroende av materialets spädning och spridning i atmosfären. Dessa är beroende av de aktuella meteorologiska förhållandena främst vindriktning, vindhastighet och turbulens.

Meteorologiska data krävs vid två beräkningssteg i analysen. Vindhastighet och stabilitet behövs för konsekvensberäkningarna. Vindrosfrekvenserna för varje kombination av vindhastighet och stabilitet krävs för riskberäkningarna. Framtagandet av dessa data beskrivs närmare i bilaga 1.

Väderklass	Vindhastighet (m/s)	Pasquill stabilitet
I	1,5	B
II	5	B
III	1,5	D
IV	5	D
V	10	D
VI	1,5	F
VII	5	F

Tabell Representativa väderklasser

Utdrag ur bilaga 1

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total
I	0,31	0,33	0,33	0,21	0,31	0,26	0,24	0,21	2,21
II	0,94	0,87	1,09	0,87	1,46	1,16	0,97	0,85	8,20
III	0,94	1,01	1,02	0,66	0,95	0,81	0,75	0,64	6,77
IV	2,88	2,65	3,36	2,66	4,47	3,55	2,97	2,61	25,15
V	3,62	4,43	6,45	4,88	10,13	12,02	12,56	3,57	57,66
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	8,70	9,30	12,24	9,29	17,32	17,79	17,49	7,88	100,00

Tabell Vindros-Dag (Väderklass - Vindriktning i %)

Anmärkning. 1,5, 5 och 10 är representanter för 0,0 - 2,9, 3,0 - 6,9 resp 7,0 - 15,0. Stabilitet delas in i åtta klasser från A till G där A står för den minsta stabiliteten.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total
I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
III	0,87	0,93	0,93	0,60	0,87	0,74	0,69	0,58	6,22
IV	2,64	2,44	3,08	2,44	4,11	3,26	2,72	2,40	23,09
V	3,33	4,07	5,92	4,48	9,29	11,03	11,53	3,28	52,93
VI	0,52	0,56	0,56	0,37	0,53	0,45	0,42	0,35	3,77
VII	1,60	1,48	1,87	1,48	2,49	1,97	1,65	1,45	13,99
Total	8,97	9,48	12,36	9,38	12,79	17,45	17,01	8,07	100,00

Tabell Vindros-Natt (Väderklass - Vindriktning i %)

XXII.4.3 Populationsdata

För att kunna beräkna samhällsrisken kräver programmet populationsfördelningsdata, dvs antalet personer som bor eller uppehåller sig i närheten av anläggningen. Studiens syfte är att beräkna risken för allmänheten. Därför kommer inte anläggningens personal att inkluderas i analysen.

I anläggningens omedelbara omgivning finns inga bostäder. Det finns en turistbyrå, en restaurang, några kontor med ett fåtal anställda och ett visst antal besökare året runt. Ett stort antal personer väntas besöka det planerade museet året runt.

På ungefär 200 m avstånd från anläggningen ligger en gästhamn där ett stort antal besökare vistas under sommaren. Där börjar även bostadsbebyggelse.

Hänsyn tas till variationer i populationen mellan dag och natt och mellan sommar och vinter.

Det har beslutats att ett nordiskt akvarellmuseum skall byggas i närheten av anläggningen. Enligt kommunen /ref 17/ förväntas cirka 60 000 besökare per år varav hälften under de tre sommarmånaderna. Genomsnittligt antal besökare per dag beräknas på följande sätt:

Sommar (92 dagar)

326 besökare per dag. Antagen uppehållstid 3 timmar. En dag är 10 timmar. Alltså 98 besökare per dag.

Vinter (273 dagar)

Antalet besökare per dag = 33.

För turistbyrån uppskattas besöksfrekvensen vara 14.000 personer under sommaren /ref. 21/. Antagen uppehållstid 20 minuter. Alltså 5 besökare per dag.

För restaurang och övrig verksamhet antas cirka 100 besökare per dag under sommaren. Antagen uppehållstid 2 timmar. Alltså 20 besökare per dag.

För gästhamnen uppskattas enligt kommunen /ref. 22/ följande antal båtar under de tre sommarmånaderna:

3.500 över natten (från 15-16 till 14), och

2.000 över dagen (från 11 till 18).

Per båt kan man räkna med 3-4 personer. Antagen uppehållstid i hamnen för dagbåtar är 5 timmar. Detta ger 171 besökare per dag och 133 besökare per natt.

XXII.5. Skadefallidentifikation och framtagande av felfrekvenser

XXII.5.1 Uppdelning av anläggningen i delsystem

I Skärhamns frys kan skadehändelser inträffa i både skruv- och kolvkompressorsystemet. Dessa system är enligt /ref.3/ hela tiden sammankopplade via recipienten som är ett uppehållskärl för utjämningen av ammoniakflödet från kondensorn till lågtrycksbehållaren, tryckledningen till kondensorn samt kondensorerna. Detta kan vid läckage leda till att i ett av dessa system även ammoniak från det andra systemet släpps ut. De båda systemen betraktas därför i denna analys som ett system.

För att reducera antalet skadefall delades systemet upp i ett antal delsystem. I varje delsystem gäller samma fysikaliska villkor (tryck, temperatur et c) för alla komponenter. Eftersom alla skadehändelser, som kan inträffa vid en komponent i ett delsystem, har samma utsläppsvillkor, så kan de slås ihop till representativa skadefall för respektive delsystem.

Frysanläggningen har komponenter både inom- och utomhus. Ammoniak

finns som vätska, gas eller 2-fas i systemets hög- respektive lågtrycksdel. 2-fas modelleras som vätskeutsläpp i denna studie. Detta ger följande åtta system:

XXII.5.2.1 UHV

För skruvkompressorsystemet:

Evaporativ kondensor 501

Utomhusledning från kondensor 501 till recipient 601

Utomhusledning från economiser till lågtrycksbehållare 1

För kolvkompressorsystemet:

Evaporativ kondensor KO2

Utomhusledning från kondensor

För tömning/fyllning av anläggningen med ammoniak:

1	Inomhus, Högt tryck, Gas	(IHG)
2	Inomhus, Lågt tryck, Gas	(ILG)
3	Inomhus, Högt tryck, Vätska	(IHV)
4	Inomhus, Lågt tryck, Vätska	(ILV)
5	Utomhus, Högt tryck, Gas	(UHG)
6	Utomhus, Lågt tryck, Gas	(ULG)
7	Utomhus, Högt tryck, Vätska	(UHV)
8	Utomhus, Lågt tryck, Vätska	(ULV)

Tankbil

Pump

Lossningsslang utomhus

XXII.5.3.1 ULV

För skruvkompressorsystemet:

Lågtrycksbehållare 1 inklusive synglas

Utomhusledning från lågtrycksbehållare 1 till pumparna 1 och 2

Utomhusledning från plattfrysare till lågtrycksbehållare 1

För kolvkompressorsystemet:

Lågtrycksbehållare 2 (RV1) inklusive synglas och utomhusledning från recipient till värmeväxlare

Utomhusledning från värmeväxlare till lågtrycksbehållare

XXII.5.2 Identifikation av representativa skadefall

Som nästa steg i analysen definierades representativa skadefall för vart och ett av anläggningens delsystem. Dessa skadefall representerar samtliga

möjliga utsläppsscenarier från små läckage till totalhaveri av ledningar och kärl. Generellt finns ett antal möjliga felmoder som kan resultera i olika fel i anläggningen. Dessa fel är till exempel:

Anläggningsexterna händelser

Extern korrosion p g a atmosfäriska villkor

Extern korrosion p g a korrosiva kemikalier

Materialutmattning

Läckage i flänsar, ventiler och annan armatur

Påverkan av missiler från explosioner eller kollisioner inom anläggningen

Tankbilsrörelser vid tömning/fyllning

Materialfel av lossningsslang

Överfyllning av anläggningen vid fyllning

Anläggningsexterna händelser

Påverkan från missiler

Nedstörtande flygplan

Kollisioner orsakade av rörliga fordon

Felaktigt ämne i tankbilen

Mänskliga felhandlingar

Fel vid tömning/fyllning (t ex vid anslutning av slang)

Otillräckligt underhåll

Fel under drift

Otillräcklig uppföljning av säkerhetsföreskrifter

Naturliga orsaker

Jordbävning

Extrema väderförhållanden

Översvämning

Övrigt

Sabotage, vandalism

Andra typer av läckage som t ex ventilläckage

Oblindad läckande ventil vid förgreningspunkt

Några av dessa felmoder är inkluderade i de generiska feldata. Andra felmoder behöver inte beaktas p g a försumbara felfrekvenser. Beträffande till exempel störtande flygplan eller jordbävning gäller att anläggningen inte befinner sig i närheten av en större flygplats eller i ett seismiskt aktivt område.

Som beskrivits i förra avsnittet delade anläggningen upp i delsystem där komponenterna antas uppfylla samma fysikaliska villkor. Oavsett utsläppets lokalisation i delsystemet gäller samma utsläppsvillkor som leder till samma

konsekvenser för liknande utsläppstyper. Därför kan det stora antalet skadehändelser, som kan uppträda i ett delsystem, modelleras som utsläpp från en diskret punkt.

De generiska felfrekvenser, som använts för framtagningen av skadefallsfrekvenserna, finns framtagna för representativa läckagestorlekar. Följande storlekar beaktades vid denna analys:

- Litet läckage, hålstorlek 5 mm, representerar hålstorlek 1 - 10 mm,
- Mellanstort läckage, hålstorlek 25 mm, representerar hålstorlek 10 - 50 mm,
- Stort läckage, hålstorlek 100 mm, representerar hålstorlek 50 - 150 mm,
- Totalhaveri av ledningar
- Totalhaveri av kärl.

Beroende på komponenternas respektive rörledningarnas storlek definierades nedanstående representativa skadefall för delsystemen. Varje delsystem innehåller ett antal ledningar, ventiler, eventuellt kärl, kompressorer etc. Ammoniakmängderna i dessa komponenter uppfattas som ingående i ett enda kärl. För att modellera utsläppsförloppet så realistiskt som möjligt har små och medelstora läckage modellerats som utsläpp direkt från kärlet och stora läckage som utsläpp från en lång ledning. Totalhaverier modelleras som haveri från ett kärl om systemet innehåller ett sådant och i annat fall som haveri av en ledning.

Förkortningarna till höger visar beteckningen för respektive skadefall vid modelleringen i dataprogrammet. De tre första bokstäverna står för delsystemet, siffrorna är lösnumret och de sista bokstäverna anger typen av läckage: litet läckage (SL), mellanstort läckage (ML), stort läckage (LL) och totalhaveri (FB).

Följande representativa skadefall har definierats:

5.2.1 För delsystem UHV: vätskeläckage från kärl utomhus, högtryck

För kondensor:

- 5 mm läckage, kärl — UHV-23-SL
- Totalhaveri av rörledning — UHV-24-ML
  (motsvarande frekvens för 20 mm läckage)

För tankbil (B som sista bokstav):

- 5 mm läckage, kärl — UHV-23-SLB
- Totalhaveri av slang — UHV-24-MLB
  (motsvarande frekvens för 25 mm ledningsläckage)
- 100 mm läckage, kärl — UHV-25-LLB
- Totalhaveri, kärl — UHV-26-FBB

5.2.2 För delsystem ULV: vätskeläckage från kärl utomhus, lågtryck

- 5 mm läckage, kärl ULV-27-SL
- 25 mm läckage, kärl ULV-28-ML
- 100 mm läckage, ledning ULV-29-LL
- Totalhaveri av kärl ULV-30-FB

5.3 Modellering av skadefall

Varje skadefall definieras med ett antal parametrar i programmet. Följande översikt visar generella indata som är lika för alla skadefall:

Material	Ammoniak
Toxisk eller brännbar påverkan	Toxisk
Utsläppskoordinater (öst, nord)	(0, 0)
Utsläppshöjd	2 m inomhus, 4 m utomhus takutrustning, 0 m utomhus tankbil
Yta	Betong
Invallning	Ingen
Riktning av utsläppet utomhus	Utsläppet stöter mot andra komponenter
Ventilation inomhus	Ingen forcerad ventilation. Nedfallande droppar förblir inomhus

Tabell 5.1 Generella indata för alla skadefall

Alla utsläpp antas ske från samma koordinat eftersom anläggningen inte är stor och ammoniaksystemen är kompakta.

Då anläggningens utomhusutrustning är mycket kompakt antas att utsläpp utomhus ej kan sprida sig obehindrat utan stöter mot andra komponenter och ledningar.
Forcerad ventilation medelst väggfläkten antas vara igång enbart vid behov. Därför modelleras inte någon forcerad ventilation för inomhusskadefallen.
Bilaga 3 visar i detalj sammanställningen av de parametrar som behövs för att modellera varje skadefall:

- Tryck och/eller temperatur
- Mängd ammoniak i delsystemet
- Ämnets fas (gas eller vätska)
- Läckagestorlek
- Händelsefrekvens
- Utsläppsplats (inom- eller utomhus)
- Utsläppsvaraktighet
- Maximal utsläppt mängd

Enligt personalen /ref.16/ är trycket på högtryckssidan mellan 12 och 14 bar. Baserat på denna uppgift antas trycket på högtryckssidan vara 13 bar för vätskeutsläpp från delsystem inom- och utomhus. För gasutsläpp antas trycket vara 14 bar.
Som redan nämndes i förra avsnittet summeras för varje delsystem den mängd ammoniak som befinner sig i tillhörande ledningar och kärl. Bilaga 3 visar beräkningen av dessa mängder. I anläggningen finns nästan inga möjligheter till automatisk avstängning eller annan sektionering. Detta medför att inte enbart den mängd ammoniak som befinner sig i respektive delsystem utan också ammoniak som befinner sig i angränsande delsystem kan släppas ut. Detta beaktas vid beräkning av parametern "maximal utsläppt mängd", och det är denna mängd som modelleras som "tillgänglig mängd" vid skadefallet. Dessa beräkningar beskrivs närmare i bilaga 3.

Alla utsläpp modelleras som vätske- eller gasutsläpp. 2-fas utsläpp modelleras som vätskeutsläpp.

Framtagning av skadefallsfrekvenser beskrivs i avsnitt 5.4 och i bilaga 4. Testberäkningar för både hög- och lågtrycksutsläpp visade att ett läckage på 25 mm skulle tömma delsystemens innehåll inom mindre än 900 sek. Det kan antas att det knappast är möjligt för personalen att stoppa ett sådant läckage eftersom

- nödstoppsknappar (för avstängning av kompressorerna) enbart finns inomhus,
- nästan alla avstängningsventiler (förutom magnetventilerna) är manuella,
- det är ont om skyddsutrustning och andningsmasker,
- många dörrar stod öppna vid anläggningsbesiktningen vilket leder till antagandet att byggnaden snabbt fylls med utströmmande ammoniak vid ett större inomhusutsläpp något som medför mycket begränsade möjligheter till vistelse i byggnaden och till avstängningsförsök,
- större utomhusutsläpp inte går att stänga av inom rimlig tid då åtkomligheten hos utrustningen på taket är mycket begränsad,
- inga (gas-) larm är installerade, bara en anställd har den nödvändiga systemkunskapen för att kunna sektionera och stänga av anläggningen inom rimlig tid, och
- ingen personal befinner sig i anläggningen under natten (23 - 6) eller på helgerna.

Som värde på utsläppsvaraktighet antas därför den maximala tid som beräknas för mellanstora och stora läckage samt för totalhaverier.

För små läckage (10 mm) antas att utsläppet inte vara längre än 20 min. Detta antagande gäller för både dag- och nattmodellerna.

Utdrag ur bilaga 3

Skadefall-Indata

Denna bilaga visar en tabell med definierade skadefall och tillhörande indata för beräkningsprogrammet. Som redan nämndes i avsnitt 5.3 visar den bland annat mängden ammoniak som befinner sig i alla ledningar och kärl som tillhör respektive delsystem. Beräkningen inklusive antaganden beträffande längd och diameter för varje komponent beskrivs nedan i notatform för varje delsystem.

Beräkningar

IHV

- beräknad mängd i ledning: 40,26 kg
- beräknad mängd i recipient: 177 kg
  beräknad mängd i economiser: 52,79 kg

Total mängd (natt) ~ 275 kg

- beräknad mängd i lossningsslang: 15 kg

Total mängd (dag) ~ 290 kg

ILV

- beräknad mängd i ledning: 171,5 kg
- beräknad mängd i kärl RO2: 75,6 kg
- beräknad mängd i värmeväxlare EV1: 96 kg
- beräknad mängd i plattfrysare: 142,8 kg

Total mängd ~ 495 kg

UHV

- beräknad mängd i ledning ~ 300 kg
- max mängd i tankbil: 2.400 kg

ULV

- beräknad mängd i ledning: 97,75 kg
- beräknad mängd i lågtrycksbehållare (2 st): 565 kg/behållare

Total mängd ~ 1.230 kg

I anläggningen finns bara få möjligheter till automatisk avstängning eller annan sektionering. Detta innebär att inte enbart den mängd ammoniak som befinner sig i respektive utan också ammoniak i angränsande system kan släppas ut Detta beaktas vid beräkning av parametern "maximalt utsläppt mängd". Det är denna mängd som modelleras i programmet som "tillgäng-

lig" mängd vid respektive skadefall. Beräkningen av dessa mängder anges nedan i notatform.

Följande princip har använts vid beräkningen:

- Inomhus- och utomhusmängder i delsystem med samma fysikaliska villkor har summerats.
- Ventiler, magnetventiler, backventiler och annan utrustning såsom kom pressorer vilka anses vara flödesbegränsande har identifierats och beaktats vid summering av mängderna.
- Vid läckage = 25 mm har manuella avstängningsventiler inte bedömts medverka till sektionering eftersom de inte kommer att kunna stängas av i tid.
- Vid läckage < 25 mm har manuella avstängningsventiler bedömts medverka till sektionering. Därför har 1.200 sek angetts som maximal utsläppstid i dessa fall.

Beräkningar

UHV

Total mängd i ledning: 300 kg

Summerad mängd: IHV, 275 kg

Maximal utsläppt mängd från takutrustning: 575 kg

Tömning/fyllning (dag)

- Total mängd i tankbil: 2.400 kg
- Summerad mängd: lossningsslang, 15 kg

Maximal utsläppt mängd vid tömning/fyllning: 2.415 kg

ULV

- Total mängd: 1.230 kg-565 kg = 665 kg
- Summerad mängd: ILV, 495 kg

Maximal utsläppt mängd från takutrustning: 1.160 kg

Anmärkning. Magnetventilen som sitter vid lågtrycksbehållare har antagits som barriär. Därför summeras enbart den mängd som finns i en lågtrycksbehållare.

XXII.5.4 Framtagande av felfrekvenser

För varje representativt skadefall i varje delsystem beräknades en händelsefrekvens med hänsyn tagen till

- generisk framtagna felfrekvenser för komponenter/ledningar tillhörande respektive delsystem,
- antalet komponenter av samma typ,

- ledningarnas längd,
- närvarofaktorer för de enskilda komponenterna och ledningarna, och
- säkerhetsmanagementfaktor.

De generiska felfrekvenser som användes i denna studie baseras på /ref. 12, 13 och 14/ och är typiska för nordamerikanska och västeuropeiska processanläggningar.
Ammoniak kan finnas i komponenter och ledningar antingen hela tiden eller bara under en viss del av tiden vilket måste beaktas vid beräkning av felfrekvenserna för skadefallen. Finns ammoniak tillgänglig bara en viss del av tiden minskar detta sannolikheten för att få en skadehändelse som medför utsläpp av ammoniak. Detta beaktas genom den s k närvarofaktorn som anger hur stor del av tiden en viss komponent, ledning et c är fylld med ammoniak.

Både skruv- och kolvkompressorsystemet antas vara i drift samtidigt. Speciella stilleståndstider för underhåll planeras inte utan detta utförs efter behov. Produktionen sker från april till december. Under denna tid är anläggningen i drift 24 tim per dygn. Under perioden december till april sker ingen produktion. Underhåll utförs under denna tid om det behövs, men ammoniak kan antas befinna sig i alla komponenter/ledningar i både skruv- och kolvkompressorsystemet hela tiden. Närvarofaktorn antas därför vara 1,0 för alla komponenter och ledningar tillhörande skruv- och kolvkompressorsystemet. Baserat på diskussioner med personalen /ref. 16/ antas tömning och fyllning av anläggningen med ammoniak ske under dagtid en gång vart annat år.

Enligt personalen behövs cirka 3-4 timmar för tömning och 2-3 timmar för fyllning, vilket ger maximalt 7 timmar. En marginal på 3 timmar adderas för uppkoppling av tankbil, eventuella arbetsuppehåll, pauser etc. En dag antas vara 10 timmar i denna studie. Närvarofaktorn för komponenter/ledningar som används under tömning/fyllning blir därmed 5/365*10 = 0,0014.

Tryckutjämningen i systemet under avstängningsperioden beaktas inte eftersom denna period infaller under vintern då antalet besökare i närområdet är lågt.

Säkerhetsmanagementfaktor har antagits med 1,0 för alla komponenter och ledningar. Detta innebär att de generiska data som ansetts representativa för nordamerikanska och västeuropeiska anläggningar använt utan korrigering. Den begränsade värdering av anläggningen som genomförts i denna studie har ej ansetts ge något säkert underlag för en korrigering av managementfaktorn.

En specifik bedömning av möjliga mänskliga felhandlingar har inte varit möjlig inom ramen för denna analys. Mänskliga felhandlingar beaktas dock emellertid i stor utsträckning indirekt genom de generiska data som använts. I bilaga 4 redovisas beräkning av felfrekvenser för respektive skadefall.

Utdrag ur bilaga 4

Basfrekvenser (skadefall) inklusive managementfaktor

Komponent (per år om ej annat anges)	Komponentstorlek	Litet (5 mm)	Mellanstort (25 mm)	Stort (100 mm)	Totalhaveri
Processrörledningar (per m - år)	15 mm	3,60E-05	7,8E-07	0,00E+00	0,00E+00
	20 mm	2,40E-05	1,10E-06	0,00E+00	0,00E+00
	25 mm	1,70E-05	1,40E-06	0,00E+00	0,00E+00
	40 mm	1,10E-05	1,50E-06	0,00E+00	0,00E+00
	50 mm	7,50E-06	1,70E-06	0,00E+00	0,00E+00
	65 mm	4,20E-06	1,70E-06	2,00E-07	0,00E+00
	80 mm	4,20E-06	1,70E-06	2,00E-07	0,00E+00
	100 mm	2,80E-06	1,70E-06	2,20E-07	0,00E+00
	125 mm	1,40E-06	1,40E-06	2,40E-07	0,00E+00
	150 mm	1,40E-06	1,40E-06	2,40E-07	0,00E+00
Tryckkärl, cylinder	< 0,5 t	1,90E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,00E-06
Tryckkärl, kula	0,5 - 100 t	0,00E+00	2,00E-05	0,00E+00	2,00E-06
Kompressor (skruv)		1,30E-02	8,60E-04	8,60E-05	0,00E+00
Kompressor (kolv)		0,00E+00	6,50E-03	6,50E-04	0,00E+00
Lossningsslang		3,30E-02	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00
Värmeväxlare (platt)		5,80E-03	1,00E-03	0,00E+00	6,00E-06
Värmeväxlare (läckage shellsida)		3,70E-05	9,60E-05	9,70E-06	6,50E06
Synglas		1,40E-04	1,90E-04	0,00E+00	0,00E+00
Fläns	< 150 mm	3,60E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Reglerventil/Magnetventil	< 25 mm	3,60E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	25 - 50 mm	3,60E-04	4,00E-05	0,00E+00	0,00E+00
	50 - 150 mm	2,60E-04	1,00E-04	4,00E-05	0,00E+00
Avstängningsventil	< 25 mm	6,50E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	25 - 50 mm	6,50E-05	7,20E-06	0,00E+00	0,00E+00
	50 - 150 mm	4,70E-05	1,80E-05	7,20E-06	0,00E+00
Pump (centrifugal/dubbel tätad)		7,50E-03	1,00E-03	1,00E-04	0,00E+00
Filter		8,50E-04	1,00E-04	5,00E-05	1,00E-05

Tabell B4.1 Skadefallfrekvenser för komponenter

	Komponent	Storlek komp/	Anmärkning längd	Antal	5 mm	Händelse frekvens 20 mm	100 mm
Skruvkompressor-system utomhus	ledning	15 mm		4	1,44E-04	3,12E-06	0,00E+00
EK U	ledning	20 mm	Kondensor	1000	2,4E-02	1,10E-03	0,00E+00
Evaporativ kondensor	ledning	20 mm	Kondensor	250	6,00E-03	2,75E-04	0,00E+00
	ledning	25 mm		4	6,80E-05	5,60E-06	0,00E+00
KR U	ledning	80 mm		12	0,00E+00		
Från kondensor till recipient	ledning	100 mm		4	6,50E-05	0.00E+00	0,00E+00
	Avstängningsv	15 mm		1			
EL U	Avstängningsv	65 mm		2			
Från economiser till lågtrycksbehållare 1	Avstängningsv	80 mm		1			
TOTAL, utsläpp på taket	Avstängningsv	100 mm		3	**3,03E-02**	**1.38E-03**	**0.00E+00**

Tabell B4.2 Händelsefrekvens UHV-23 SL och UHV-24-ML

	Komponent	Storlek	Anmärkning	Antal komp/ längd	5 mm	Händelse-frekvens 25 mm	100 mm	Total haveri
Skruvkom-pressorsystem utomhus	ledning	25 mm		4	6,80E-05	5,60E-06	0,00E+00	0,00E+00
B1 U	ledning	65 mm	Antagen längd	3	1,26E-05	5,10E-06	6,00E-07	0,00E+00
Lågtrycks-behållare 1	ledning	100 mm		4	1,12E-05	6,80E-06	8,80E-07	0,00E+00
	ledning	125 mm		4	5,60E-06	5,60E-06	9,60E-07	0,00E+00
	ledning	150 mm		4	5,60E-06	5,60E-06	9,60E-07	0,00E+00
TP U	Avstängningsv	15 mm	Antagen stlk	2	1,30E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Från lågtrycks-behållare 1 till pumparna 1 och 2	Avstängningsv	25 mm		6	3,90E-04	4,32E-05	0,00E+00	0,00E+00
PLU								
Från 1/2 platt-frysare till låg-trycksbehållare 1	Avstängningsv	>50 mm		3	1,41E-04	5,40E-05	2,16E-05	0,00E+00
	Säk ventil	25 mm		4		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Kolvkompressor-system utomhus								
B2 U	Fläns	25 mm	< 150 mm	8	2,88E-03	3,80E-04	0,00E+00	0,00E+00
Lågtrycks-behållare 2	Synglas	< 50 mm		2	2,80E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
VBU	Tryckkärl	< 0,5 ton		2	3,80E-04		1,60E-05	
Från värme-växlare till låg-trycksbehållare 2								
TOTAL					**4,30E-03**	**5,06E-04**	**2,50E-05**	**1,60E-05**

Tabell B4.3 Händelsefrekvens ULV

XXII.6.2.1 FN-kurva

Figur 6.3 innehåller en FN-kurva som visar den beräknade samhällsrisken för personer som befinner sig utanför frysanläggningen. Kurvans värden sammanfattas i tabell 6.1.

Antal dödsfall	Frekvens/år
1	2,4*10-4
10	1,0*10-7
60 (max)	1,0*10-11

Tabell 6.1 Resultat samhällsrisk

Följande tabell visar de skadehändelser som bidrar mest till resultatet för den beräknade samhällsrisken. De händelser vars bidrag är större än 1% är angivna. Notera att två händelser tillsammans bidrar med 94%.

Skadefall	Genomsnittligt antal dödsfall per år	Bidrag till resultatet (%)
UHV-23-SL, Litet läckage utomhus, högtryck, vätska	$1{,}58*10^{-4}$	77,5
ULV-28-ML, Mellanläckage utomhus, lågtryck, vätska	$3{,}33*10^{-5}$	16,3
ULV-27-SL, Litet läckage utomhus, lågtryck, vätska	$3{,}25*10^{-6}$	1,6
ULV-30-FB, Totalhaveri utomhus, lågtryck, vätska	$3{,}07*10^{-6}$	1,6
Övriga	$6{,}38*10^{-6}$	3,0
Total	$2{,}4*10^{-4}$	100,0

Tabell 6.2 Resultat samhällsrisk - händelser som bidrar mest till resultatet

UHV-23-SL står för läckage från kondensorerna. Bidragets storlek beror på hög felfrekvens (3,03*10-2), högt tryck och utsläppbar mängd (575 kg). ULV-28-ML står för läckage från lågtrycksbehållare. Frekvensen är 5,06*10-4 och utsläppbar mängd 1.230 kg.

Diskussion

Resultaten visar att de största bidragen kommer från två skadehändelser som motsvarar utsläpp från kondensorn och de stora kärlen som befinner sig på anläggningens tak. Om tekniska riskreducerande åtgärder skall vidtagas, så bör dessa i första hand rikta sig mot dessa komponenter.

Det bör dock nämnas att frekvensen för kondensorläckage har beräknats mycket konservativt eftersom kondensorn modellerats som en 1.250 m lång rörledning. Egentligen är kondensorledningarna inte så utsatta för yttre påverkan som en "vanlig" rörledning. Därför bör kondensorns verkliga läckagefrekvens eventuellt vara mindre än den generiskt framtagna. Å andra sidan är omgivningsmiljön i det aktuella fallet mycket korrosiv (saltvatten, vind), vilket kan medföra en ökning av läckagefrekvensen.

XXII.7. Resultat av konsekvensberäkningar

XXII.7.1 Toxisk påverkan av ammoniak

Ammoniak är i första hand en toxisk gas. I /ref.4/ beskrivs konsekvenser av påverkan på människan av olika ammoniakkoncentrationer. Följande tabell är baserad på /ref.4/ och /ref.8/.

Koncentration (ppm)	Effekter	Varaktighet av exponering
25	Inga skadliga effekter för genomsnittliga arbetare	Maximal tillåten koncentration för 8 timmars arbetsdag
50	Inga skadliga effekter för genomsnittliga arbetare	Maximal tillåten koncentration för 5 timmars exponering (takgränsvärde)
50 - 53	Lukten känns av de flesta personer	Förlängd upprepad exponering framkallar inte några skador
300	Maximalt tolerabel utan allvarliga störningar	1 timme
400 - 700	Irritation av näsa och hals. Ögonirritation med tårar.	Kort exponering (1 timme) orsakar vanligen ingen allvarlig påverkan.
2.000 - 3.000	Krampaktig hostning, svåra ögonirritationer	Ej tillåten koncentration
5.000 - 10.000	Krampaktig andning, snabb kvävning	Ej tillåten koncentration. Snabbt dödande.

Tabell 7.1 Riktlinjer för sannolika effekter av olika ammoniakkoncentrationers påverkan på exponerade människor

I /ref.4/ anges också värden för den genomsnittliga dosen för dödsfall, dvs när 50% av de exponerade personerna dör vid en specificerad exponeringstid. För ammoniak anges:

10.800 ppm vid 10 min exponering och 6.200 ppm vid 30 min exponering.

XXII.7.2 Resultat

I följande tabell presenteras spridningsavståndet av vissa ammoniakkoncentrationer från utsläppsplatsen för de två skadefall med de högsta bidragen till resultatet. Värden som anges har beräknats för tidpunkten 10 sek efter utsläppet... Avstånden anges för väderkategori D - 10 m/s som är den mest typiska väderkategorin.

Skadefall	550 ppm	2.500 ppm	5.000 ppm	10.800 ppm
UHV-23-SL	135 m	80 m	60 m	45 m
ULV-28-ML	465 m	280 m	215 m	145 m

Tabell 7.2 Utvalda resultat av spridningsberäkningar för väderkategori D - 10 m/s

XXII.7.3 Värdering av resultat

För ovan nämnda skadefall täcker beräknade distanser för kategorierna 5.000 och 10.800 ppm ett område där ingen lokalbefolkning bor. Distanserna för 2.500 ppm går till utkanten av befolkningsområdet 5446 (se även karta i bilaga 2). Det är dock nästan enbart kajområdet och den stora vägen som berörs. Dock kommer anställda i anläggningens närområde samt besökare till museet, restaurangen, turistbyrån och gästhamnen att påverkas. Evakuering av dessa områden bör genomföras. För 550 ppm beräknades ett maximalt avstånd av 465 m, vilket kan påverka många invånare. Denna dos leder inte till någon allvarligare påverkan, men evakuering rekommenderas.

XXII.7.4 Vid värdering av dessa resultat skall noteras att

- De redovisade värdena representerar förhållandena vid den mest typiska väderkategorin som för ULV-28-ML även sammanfaller med den väderkategori som leder till de värsta konsekvenserna. För skadefallet UHV-23-SL är D - 1,5 m/s den väderkategori som ger de värsta konsekvenserna, nämligen följande: 220 m för 550 ppm, 110 m för 2.500 ppm, 80 m för 5.000 ppm och 55 m för 10.800 ppm. Detta ändrar dock inte värderingen av resultatet.

- I beräkningarna har inte topografin beaktats. Detta kan innebära att lokala värden i vissa fall bli något högre eller lägre.

XXII.8. Diskussion och rekommendationer

Generellt kan man konstatera att risknivån för Skärhamns Frys till viss del ligger inom ALARP-området vid jämförelse med av DNV föreslagna kriterier, d v s i området där vissa risker kan anses vara av en sådan storlek att de noga måste beaktas och rimliga åtgärder för riskreduktion skall vidtagas.

XXII.8.1 Tekniska åtgärder

Resultaten av beräkningen för samhällsrisken visar att de största bidragen kommer från två skadehändelser som motsvarar utsläpp från kondensorn och de stora kärlen som befinner sig på anläggningens tak. Eventuella tekniska riskreducerande åtgärder bör i första hand rikta sig mot dessa komponenter, som t ex utbyte av komponenter eller ändring av placering, et c. Det ligger inte inom ramen för denna analys att ge och värdera sådana åtgärdsförslag. För att hitta den mest lämpliga tekniska lösningen rekommenderas en kostnadsnytta värdering av olika förslag.

XXII.8.2 Andra skadeförebyggande åtgärder

- Regelbundet och planerat underhåll/inspektion av anläggningen inklusive skriftlig dokumentation
- Anteckning av avvikelser i driften (“maskindagbok”)
- Processteknisk utbildning av fler anställda
- Avspärrning kring tankbilen vid tömning/fyllning; försök att göra detta under vintermånaderna
- Upprättande av instruktioner och checklistor för fyllning och tömning av anläggningen

XXII.8.3 Skadebegränsande åtgärder

- Installation av gasdetektorer
- Installation av larm
- Övervägande av installation av viss automatisk nödavstängning
- Planera alternativa utrymningsvägar
- Evakueringsplanering, upprättande av nödlägesplaner
- Utbildning och träning av egen personal samt anställda hos kringliggande verksamheter för nödlägessituationer
- Information till de anställda vid frysanläggningen samt verksamheter i anläggningens närområde
- Upprättande av instruktioner/checklistor för hantering av onormala drifts lägen
- Regelbunden översyn av nödlägesutrustning, inklusive dokumentation

XXII.8.4 Konservativa antaganden och beräkningar vs. mindre konservativa

Ett av målen med denna analys har varit att modellera anläggningen samt tillhörande omgivning så realistiskt som möjligt. En modell innebär dock i sig en förenkling av verkligheten. Vidare påverkas resultatet av de antaganden och förutsättningar som gjorts. I de flesta fall gjordes de utifrån ett konservativt synsätt. Detta innebär att risken övervärderas. I detta avsnitt diskuteras hur förenklingar i modellen och vissa viktiga antaganden påverkar analysens slutresultat.

XXII.8.5 Meteorologiska data

Samma dag/natt-väderförhållanden har antagits för sommar och vinter. Detta är ett konservativt antagande eftersom det blåser mindre från de mest kritiska vindriktningarna under sommaren då flest personer uppehåller sig i närheten av anläggningen. Detta betyder att antalet dödsfall i FN-kurvan kan vara något överskattat. Resultatet för individrisken påverkas däremot inte eftersom detta är ett medelvärde över hela året.

XXII.8.6 Topografi

Skärhamns frys är till cirka 50% omgiven av vatten. På ungefär 60 m avstånd från anläggningen, dvs nästan intill det planerade museet och bredvid vägen ut till Södra hamnen (se även figur 2.1) finns en höjd. Då dock all bebyggelse, som ligger i närheten av anläggningen, befinner sig på ungefär samma nivå (vattenytan) gjordes inga modifieringar beträffande topografin utan utsläppet antogs kunna sprida sig obehindrat till omgivningen. Detta kan innebära att lokala spridningskoncentrationer framförallt före höjden på vägen till Södra hamnen kan bli något högre än beräknat, t ex vid ett

större ammoniakutsläpp utomhus, vilket möjligen bör beaktas vid planering av evakuering.

I avsnitt 7 diskuterades spridningsresultat för skadefall med de största bidragen till slutresultatet. Det visade sig att dödliga ammoniakkoncentrationer kunde sprida sig upp till 215 m (5.000 ppm) respektive 145 m (10.800 ppm). Även om dessa resultat inte tar hänsyn till topografin, så ingår stora delar av stora vägen, museet, turistbyrån etc i spridningsområdet med dödliga koncentrationer. Detta faktum föranledde rekommendationen att planera alternativa utrymningsvägar och hade sannolikt gällt även om man hade tagit hänsyn till topografin i beräkningarna.

XXII.8.7 Relativ luftfuktighet

Då ammoniak är mycket lättlösligt i vatten har parametern relativ luftfuktighet stark påverkan på spridningsförloppet vid ett eventuellt ammoniakutsläpp. Det i denna studie antagna värdet (70%) baseras på en kvantitativ riskanalys som DNV genomförde för AKZO NOBEL i Stenungsund. Samma värde antogs eftersom Stenungsund och Skärhamn ligger mycket nära varandra och vid havet. Det antagna värdet är ett medelvärde för denna region.

XXII.8.8 Felfrekvenser

Frekvensen för kondensorläckage har beräknats mycket konservativt, dvs som frekvens för en 1.250 m lång rörledning. Kondensorledningar är dock egentligen inte så utsatta för yttre påverkan som en "vanlig" rörledning, så kondensorns verkliga läckfrekvens bör vara mindre än den generiskt framtagna. Å andra sidan är kondensorns omgivningsmiljö mycket korrosiv (saltvatten, vind) vilket kan innebära en ökning av läckagefrekvenserna. Det bedöms dock att läckagefrekvensen kan vara något för högt beräknad vilket påverkar resultatet på ett konservativt sätt.

XXII.8.9 Säkerhetsmanagementfaktor

Säkerhetsmanagementfaktorn, som har en proportionell inverkan på analysresultaten, har antagits med 1,0 för alla komponenter och ledningar i denna studie. Detta innebär att de generiska data, som ansetts representativa för nordamerikanska och västeuropeiska anläggningar, använts utan korrigering. Den begränsade värdering, som genomförts i denna studie, har ej ansetts ge något säkert underlag för korrigering av managementfaktorn. Det kan därför inte bedömas om antagandet är konservativt eller ej.

XXII.8.10 Tryckutjämning

Tryckutjämningen i systemet under avstängningsperioden (3 månader) beaktades inte eftersom den sker maximalt tre månader under vinterperioden då antalet besökare i anläggningens omgivning är lågt. Antagandet är konservativt och betyder att antalet dödsfall i FN-kurvan och även individrisken sannolikt är något lägre än beräknat. Påverkan på resultaten uppskattas dock som liten.

XXII.8.11 Utrymning och evakuering

Flykt- och evakueringsaktioner kan inte modelleras i programmet. Genom antagandet att populationen under 90% av tiden befinner sig inomhus (se även avsnitt 4.3) tar man hänsyn till att de till viss del är skyddade mot eventuella toxiska moln. Antagandet kan vara både konservativt och icke-konservativt. Å ena sidan kan det tänkas att antalet dödsfall i FN-kurvan kan bli något lägre om man tar beaktar utrymning och evakuering. Å andra sidan kan eventuellt fler personer komma att skadas på grund av panik och trängsel på det relativt trånga området i Södra hamnen.

XXII.9. Referenser

3. Bertelsen, B.: Svar på frågor, Skärhamns frys, Fax till DNV 1998-09-11.

4. DNV Technica: Human Impact Criteria, ARF Technical Library, Volume III, T15, 29 June 1994, DNV internt dokument.

8. Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling: Hygieniska gränsvärden, AFS 1993:9.

12. Onshore Failure Frequency Handbook, DNV Technica, ARF Technical Library, Volume III, T14, Rev. 0, 29 November 1993, DNV internt dokument.

13. Onshore Failure Frequency Handbook, DNV Intranet, Knowledge network, Procedures (ARF), T14, Rev. , February 1998, DNV internt dokument.

14. Mett, L., Pettitt, G., Dahle, E. och M. Hausso: Kvantitativ riskanalys av ny ammoniakterminal vid AKZO NOBEL i Stenungsund, DNV, Projekt nr 76371, 1997-03-05.

16. Samtal med Erling Fransson och Bo Bertelsen, Skärhamns frys AB, 98-08-27.

XXIII. DNV:s rapport ang. Skärhamns Frys - länsstyrelsens tolkningar och kommentarer november 1998

XXIII.6. Resultat och värderingar av risker

Individrisk - risk för att en oskyddad person, som oavbrutet befinner sig utomhus, drabbas av dödsfall.

Kommentar: Det förefaller svårt som planerare att enbart utgå från risken för dödsfall. Hälsofaktorn måste behandlas i ett bredare perspektiv - liv - hälsa - säkerhet och miljö.

XXIII.6.1 Värdering

Det område som i rapporten anges till 10 upphöjt till -5 föreslås av DNV gälla som kriterium i Sverige för den "Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras. Akvarellmuseet ligger inom detta område."

Kommentar: Detta gäller i fallet Skärhamn som anläggningen ser ut idag utan att några säkerhetshöjande åtgärder vidtagits: DNV anser för övrigt att anläggningens status angetts till 1.0, vilket bedöms vara alltför positivt.

XXIII.6.2 Skadehändelser

De händelser som mest bidrar till risken utgörs av läckage från utomhusanläggningar vilka också i andra avseenden ansetts vara särskilt utsatta för påfrestningar av olika slag.

XXIII.7. Resultat av konsekvensberäkningar

Uppskattning av riskområdets storlek för 550 ppm saknas. Här föreslår DNV, utan att ange något avstånd, att evakuering rekommenderas.

Kommentar: Det förefaller svårt att från trovärdighetssynpunkt acceptera ett område med 550 ppm utan att samtidigt vidta säkerhetshöjande åtgärder vid anläggningen. Det bör noteras att det finns svårigheter vid evakuering eftersom alternativa vägar från området saknas. Man måste vid evakuering passera utsläppspunkten där betydligt högre ppm-värden anges.

XXIII.8. Diskussion och rekommendationer

Att utifrån de exakta riskkonturerna göra en skarp gräns för risk-/icke riskområde och med dödsfall som kriterium är svårt att skapa tilltro till. Föreslår att riskområdet 10 upphöjt till -5 läggs till grund för den fysiska

gräns inom vilket område man kan acceptera påverkan. I kombination med åtgärder som reducerar sannolikheten för ett utsläpp vid anläggningen borde detta kunna uppfylla de villkor som detaljplanen innehåller.

XXIV. Besked om resultat av inspektion. Skrivelse från Yrkesinspektionen till Skärhamns Frys AB 16/11 1998

Arbetsställe:	Skärhamns Frys AB
Besöksadress:	Skärhamn
Besöksdatum:	12 november 1998
Närvarande:	Bo Bertelsen, Skärhamns Frys AB Olle Clarin, Yrkesinspektionen Inger Högstedt, Yrkesinspektionen

Inspektionen genomfördes som ett möte i räddningstjänstens lokaler i Skärhamn. Personal från räddningstjänsten deltog.

Vid avslutad inspektion överlämnades ett inspektionsprotokoll. I detta angavs bland annat att ett inspektionsmeddelande skulle översändas senare. Yrkesinspektionen får med anledning av detta meddela följande.

Avsikten med mötet var att diskutera åtgärder vid företaget efter utförd riskanalys av företagets ammoniakanläggning i södra hamnen. Riskanalysen var klar i april -98.

Krav på riskkartläggning i form av riskanalys finns i Arbetarskyddsstyrelsens (ASS) föreskrifter om internkontroll av arbetsmiljön (AFS 1996:6) samt om gaser (AFS 1997:7).

Under flik 8 i riskanalysen (se I avsnitt Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen, min anm.) anges de brister i anläggningen som kan hänföras till arbetsmiljölagens område och föreskrifter.

Brister som måste avhjälpas

Då en brist i anläggningen kartlägges eller en icke godtagbar risk upptäckes i arbetsmiljön har arbetsgivaren skyldigheten att avhjälpa bristen direkt eller att upprätta en handlingsplan för att på sikt åtgärda bristen eller reducera risken.

Efter det att Ni utfört riskanalys har uppdagade risker ej blivit åtgärdade.

Ni skall därför upprätta en tidsplanerad åtgärdsplan för de brister som uppdagats under flik 8 i Er riskanalys. Åtgärdsplanen skall sändas in till yrkesinspektionen.

Se 12 § i ASS föreskrift (AFS 1996:6) om internkontroll av arbetsmiljön samt 3 § i kap 7 arbetsmiljölagen (AML).

Svaret till yrkesinspektionen i form av Er åtgärdsplan skall Ni lämna senast den 31 december 1998.

Olle Clarin

Yrkesinspektör

XXV. Skrivelse från Skärhamns Frys AB till yrkesinspektionen 28/12 1998

Bäste Clarin

Som svar på Er skrivelse 1998-11-16 ber vi att få framföra följande.

Vi ser det inte helt lätt att i nuläget kunna upprätta en handlingsplan för åtgärdande av de brister som framkommer av de brister som framkommer av riskanalysen Skärhamns Frys AB, flik 8 (se I avsnitt Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen, min anm).

Som skäl för detta är, dels att det inte föreligger något avtal med kommunen, och dels ej några fastställda åtgärder för ombyggnad av anläggningen. Vi vet i dagsläget ej hur omfattande ombyggnaden blir och hur stora ingrepp som behöver göras i och omkring maskinrummet.

Vi ber därför att få återkomma, när den totala bilden mera har klarnat och alla överenskommelser och avtal är fattade.

Som en liten informell kommentar kan ju sägas att ammoniakanläggningen som sådan varit i drift i 16 år, varför vi ej ser det som något absolut nödvändigt att rusa iväg och fatta beslut som efterhand skulle visa sig vara förhastade. Vi vill först ha helt klart med kommunen för att kunna se den totala bilden av hela projektet, inklusive om och tillbyggnad.

Med en vänlig hälsning

Bo Bertelsen

XXVI. Underrättelse om eventuellt föreläggande, skrivelse från yrkesinspektionen till Skärhamns Frys AB 11/1 1999

Underrättelse om eventuellt föreläggande

Yrkesinspektionen har i inspektionsmeddelande den 16 november 1998 påtalat vissa brister i arbetsmiljön i Era lokaler vad gäller Er ammoniakanläggning i Södra Hamnen. Vid uppföljning av ärendet har konstaterats att Ni inte undanröjt bristerna.

Yrkesinspektionen överväger därför att med stöd av 7 kap 7 § arbetsmiljölagen förelägga Er att senast den 1 juli vidta följande åtgärder.

1. Ni skall ordna med gaslarmsystem i Ert maskinrum samt plattfrysrum.
2. Ni skall upprätta skriftliga rutiner för hur Er personal skall agera vid ett gaslarm.
3. Ni skall upprätta skriftliga rutiner för anläggningens handhavande vid drift, underhåll och avställning.
4. Ni skall upprätta rutiner så att Er personal fortbildande utbildas och informeras samt tränas för anläggningens drift samt för nödläge.
5. Ni skall upprätta en tidsplanerad åtgärdsplan för övriga brister som uppdagats under Er flik 8 (se I avsnitt Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen, min anm) i Er riskanalys daterad 1998-04-15.

I beslut om föreläggande kan Yrkesinspektionen sätta ut vite.

Ni bereds härmed tillfälle att yttra Er i ärendet inom två veckor från det att Ni har fått del av denna underrättelse. Även om Ni inte kommer in med något yttrande kommer Yrkesinspektionen att fatta beslut i ärendet.

Leif Söderberg

Tf Tillsynsdirektör

Olle Clarin

Yrkesinspektör

XXVII. DNV:s kvalitativa bedömning av förslag till säkerhetshöjande åtgärder för Skärhamns Frys

XXVII.1. Inledning

DNV har anlitats av Tjörns kommun för att genomföra en kvalitativ bedömning av två alternativ till säkerhetshöjande åtgärder vid Skärhamns Frys. De förslag som har granskats är ÅF-RNK alternativ 2b, ref /3/ och /4/ samt JNN Contracting AB, ref /2/.

Förslagen har granskats och jämförts kvalitativt för att ge Tjörns kommun ett tydligare underlag för bedömning av förslagens för- och nackdelar i huvudsak med avseende på risker för 3:e person. I analysen har DNV:s kvantitativa riskanalys ref /5/ använts som bedömningsgrund för existerande förhållanden.

XXVII.2. Tekniska förutsättningar

XXVII.2.1 Nuvarande system

Ammoniak används som kylmedium i två olika system: ett kolvkompressorbaserat system för torkanläggningen och ett skruvkompressorbaserat system för plattfrysarna. Systemen har kondensorerna gemensamt och använder dessa alternerande vid olika belastningsfall. Dessutom är systemen sammankopplade via en gemensam recipient samt via tryckledningarna till kondensorerna. Anläggningen har en fyllnadsmängd på ca 2,5 ton.

Ammoniakfylld utrustning placerad på tak utomhus består av evaporativa kondensorer och lågtrycksbehållare. Övrig utrustning förutom platt frysarna finns inomhus i maskinrummet. Anläggningen har inga gasdetektorer, -larm eller automatiska nödavstängningar.

XXVII.2.2 JNN Contracting AB

Beskrivningen baseras på ref /1/ och /2/. Anläggningens tekniska utförande ändras på följande punkter med följande riskreducerande åtgärder:

i Evaporativa kondensorer på taket byts mot havsvattenkylda värmeväxlare.

ii Sektioneringsventiler installeras i ledningar mellan behållare.

iii Säkerhetsventilers utloppsrör ansluts via avspänningskärl till skrubbern.

iv Inneslutning av anläggningen genom tätning, brandsäkring och automatiskt självstängande dörrar och portar för maskin- och plattfrysrum.

v Inbyggnad av ammoniakbärande utrustning på taket.

vi Vid läckage förs innesluten ammoniak via nödventilationssystem till ett nyinstallerat skrubbersystem där ammoniak absorberas i havsvatten.

vii Larmanläggning installeras i de tre inneslutna utrymmena och aktiverar automatisk stängning av dörrar och portar samt stoppar kompressorer och stänger sektioneringsventiler.

viii Nödventilation och skrubberpumpar startas vid ammoniaklarm.

ix Larmsystemet ger även larm till anläggningens personal, omgivningen och räddningstjänsten.

XXVII.2.3 ÅF-RNK

Beskrivningen baseras på ref/3/ och /4/. Anläggningens tekniska utförande förändras enligt följande punkter:

i Evaporativa kondensorer byts mot plattvärmeväxlare som kyls med cirkulerande kylvatten via kyltorn på yttertak. Denna konstruktion ger marginell påverkan på kyleffekt och elförbrukning.

ii Kylsystemen delas upp i två separata kretsar. Total tillgänglig mängd vid stort läckage från ett system reduceras från 2,5 ton till 1,2 ton. (Total ammoniakmängd 2,2 ton.)

iii Systemet förbereds för avveckling av freonsystem.

iii Värmeåtervinning tillgodoses med en ny hetgasvärmeväxlare placerad inomhus.

v Recipient för fisktorksystem återinstalleras inte efter ombyggnad.

v Ny förbättrad frånluftskanal som mynnar 15 m över mark.

vii För utrustning på tak föreslås att vätskeseparatorer byggs (lågtrycks-behållare) byggs in och att utrymmet förses med täta dörrar samt ventilation och köldmedielarm.

Utöver de tekniska förändringarna som föreslås i alternativ 2b skall anläggningen uppgraderas så att den minst motsvarar den standard som krävs i Svensk Kylnorm och enligt de övergripande åtgärder som redovisas i ref /3/.

XXVII.3. Kriterier för jämförelse

XXVII.3.1 Risk Ranking från DNV:s riskanalys

Risk Ranking innebär en gradering av de identifierade skadefallen genom att man tar hänsyn till deras resp bidrag till att någon omkommer till följd av skadehändelsen.

För värdering av förslagen har deras effekt på skadefallen enligt tabell nedan bedömts.

Skadehändelse	Bidrag till utfall, %	
1	Läckage eller haveri på evaporativ kondensor eller dess till- och utloppsledningar	77,7
2	Läckage från lågtrycksbehållare	17,9
3	Tankbil	1,2
4	Läckage på ledningar till och från lågtrycksbehållare	0,8
5	Läckage på högtryckssystem inomhus	0,4

XXVII.3.2 Övergripande kriterier som använts för detta arbete

XXVII.3.2.1 Säkerhet för 3:e person

- Mängd ammoniak
- Risk evaporativ kondensor: konsekvens av värsta fall samt sannolikhet för läckage
- Risk lågtryckskärl på tak: konsekvens av värsta fall samt sannolikhet för läckage
- Utsläpp från säkerhetsventiler
- Fyllning/tömning av anläggning

XXVII.3.2.2 Säkerhet för anställda

- Mängd ammoniak
- Risk evaporativ kondensor: konsekvens av värsta fall samt sannolikhet för läckage
- Risk lågtryckskärl på tak: konsekvens av värsta fall samt sannolikhet för läckage
- Utsläpp från säkerhetsventiler
- Fyllning/tömning av anläggning

XXVII.3.2.3 Miljö

- Utsläpp till luft
- Utsläpp till vatten
- Ökad energiförbrukning

XXVII.3.2.4 Ekonomi

- Investeringar

XXVII.3.2.5 Drift- och underhållsmässighet

- Teknisk komplexitet

XXVII.4. Jämförelse av riskreducerande åtgärder

För att ge en bild av för- och nackdelar har åtgärdsförslagen från JNN Contracting AB och ÅF-RNK jämförts mot nuvarande situation i analystabellen nedan.

Kriterier för 3:e person är primärt baserade på procentuellt bidrag till dödsfall enligt DNV:s kvantitativa riskanalys av Skärhamns Frys med tillägg av ytterligare kriterier som anses kunna medföra svåra obehag vid utsläpp, t ex utsläpp från säkerhetsventiler. Kriterier för 3.2.2 - 3.2.5 är sådana som bedömts viktiga för resp rubrik.

Observera att en jämförelse som beaktar effekter av en eventuell utbyggnad och större ombyggnad ej har utförts-

Teckenförklaring:

JNN Contracting AB	Siffra i parentes refererar till punkterna i tekniska rambeskrivningar, ref /2/ sid 5.
ÅF-RNK	Siffra i parentes refererar till punkterna i ref /3/. Siffra som föregås av N hänvisar till nödvändiga åtgärder och siffra som föregås av T till Tillkommande krav i ref /4/.

Tabell J1

Värderingsområde	1A, 3:e person, mängd ammoniak tillgänglig vid läckage
Nuvarande situation	2,5 ton tillgänglig mängd inom ett sammankopplat system
JNN	Framgår ej om avsikt är att reducera tillgänglig mängd genom fysisk uppdelning av kyl- och torkanläggning. Sektioneringsventiler aktiveras av ammoniaklarm (5). Ev viss reduktion genom att exist evap kondensor ersätts med vattenfylld värmeväxlare (4). Hela mängden tillgänglig i ett sammankopplat system.
ÅF-RNK	Reduktion till 2,2 ton genom uteslutande av bl a recipient i fisktorksystem (9) samt konvertering av evap. kondensor till vattenkylning (1, 2). Anläggning uppdelas i två system om 1,0 resp 1,2 ton (6). Hetgasvärmeväxlare på taket demonteras (8), ersätts dock med värmeväxlare inomhus
Kommentar	Osäkert om ÅF-RNK:s förslag drastiskt förbättrar situationen genom en halvering av tillgänglig mängd vid ett ev utsläpp. Inget av scenarierna i den kvantitativa riskanalysen hade större tillgänglig mängd. Kvalitativt anses dock en minskning vara fördelaktig.

Tabell J2

Värderingsområde	1B1, 3:e person, utsläpp utomhus, evap kondensor
Nuvarande situation	Läckage på ledningar från evap kondensor eller rör i kondensor medför utsläpp av gas- eller vätskeformig ammoniak under högt tryck till omgivningen. Ger 77,5% bidrag till dödsfall i den kvantitativa riskanalysen
JNN	Evap kondensorer ersätts med vattenkyld värmeväxlare (havsvatten) (4). Ammoniakbärande utrustning på tak inbyggs i eget brandsäkert och gastätt processrum (3). Utsläpp från utrustning på tak leds till ammoniakskrubber via nödventilation (7). Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till kärlinnehåll (5).
ÅF-RNK	Evap kondensorer ersätts med vattenkylda värmeväxlare placerade inomhus (slutet vattensystem med kyltorn) (1, 2)..
Kommentar	Havsvattenkylning i JNN:s förslag kan medföra korrosionsproblem. Värmeväxlare direktkylda med havsvatten kan kräva specialmaterial för att säkra mot korrosionsskador. Ev läckage kan medföra sönderfrysning av värmeväxlare och därmed ammoniakläckage till havet.

Tabell J3

Värderingsområde	1B2, 3:e person, utsläpp utomhus, LT behållare
Nuvarande situation	Läckage på kärlen medför utsläpp av vätske- eller gasformig ammoniak under lågt tryck till omgivningen. Ger 19,4% (16,3+1,6+1,3) bidrag till dödsfall i den kvantitativa riskanalysen.
JNN	Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till endast kärlinnehåll (5). Ammoniakbärande utrustning på tak inbyggs i eget brandsäkert och gastätt processrum med ventilation och larm (3). Utsläpp på tak leds till ammoniakskrubber via nödventilationen (7).
ÅF-RNK	Kärlen byggs in i gastätt rum med ventilation och larm (T2).
Kommentar	ÅF-RNK föreslår att gasen leds via nödventilationssystem till skorsten. Beroende på utsläppets storlek och inneslutningens volym kan gasutsläppet uppträda som en tung gas. Det är mao ej säkert att detta förbättrar situationen för större utsläpp.
JNN.	I förslaget skall vatten till skrubber startas vid utlösande av ammoniaklarm (Skrubbern är ej i drift vid normal ventilation). Det framgår inte om dimensionering av systemet beaktar viss starttid för pumpar samt att skrubber ej når full reningseffekt förrän vattenflödet genom skrubber har säkrats. Förutsättningar finns för att 100 ppm överskrids i ett tidigt skede av utsläppet.. Vid användning av havsvatten son kylmedium måste man även beakta risken för igensättning av ledningar med marina organismer i stillastående vatten. Även maneter kan utgöra en igensättningsrisk. Referenser till liknande anläggningar uppförda vid kyl- och frysanläggningar finns ej i förslaget. Är denna typ av system beprövad för kylanläggningar? Tillståndsprövning för anläggningen vid Stallbacka, som ref till i projektbeskrivningen sid 4, avser överföring av ammoniak från större tank till bl a mindre kärl. I denna typ av anläggning kan skrubbern startas innan lastnings- eller lossningsoperationer sker, ref /6/.

Tabell J4

Värderingsområde	1B3, 3:e person, utsläpp utomhus, ledningar LT behållare
Nuvarande situation	Större läckage av vätske- eller gasformig ammoniak under lågt tryck från ledningar ger 0,8% bidrag till dödsfall i den kvantitativa riskanalysen.
JNN	Som ovan
ÅF-RNK	Som ovan
Kommentar	Osäkert om ÅF-RNK avser att all ammoniakbärande utrustning förutom lågtrycksbehållare på tak skall byggas in. Samma osäkerhet som ovan m a p utsläpp via skosten kvarstår
JNN - som ovan	

Tabell J5

Värderingsområde	1B4, 3:e person, utsläpp utomhus, värmeåtervinning från hetgas
Nuvarande situation	Ej individuellt beaktad i den kvantitativa riskanalysen. Hetgasvärmeväxlare är placerad utomhus på tak.
JNN	Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till endast kärlinnehåll (5). Ammoniakbärande utrustning på tak byggs in i eget brandsäkert och gastätt processrum (3). Utsläpp från utrustning på tak leds till skrubber via nödventilation (7).
ÅF-RNK	Hetgasvärmeväxlare på tak demonteras och ersätts med värmeväxlare inomhus (8).
Kommentar	-

Tabell J6

Värderingsområde	1B5, 3:e person, utsläpp utomhus, fyllnadsmängd utomhus
Nuvarande situation	Inga automatiska sektioneringsmöjligheter, ev magnetventiler utgör inte sektioneringsskydd. Endast möjligt stoppa anläggning med nödstoppsknappar för kompressorer. Manuell avstängning av utrustning krävs.
JNN	Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till endast kärlinnehåll (5).
ÅF-RNK	-
Kommentar	Sektioneringsventiler som kan aktiveras automatiskt via detektorer eller manuellt ger betydande begränsning av utsläpp vid ev läckage. Frekvensen av större läckage på ledningar eller kärl är låg i jämförelse med porläckor.

Tabell J7

Värderingsområde	1B6, 3:e person, utsläpp utomhus, säkerhetsventiler
Nuvarande situation	Ej individuellt beaktad i den kvantitativa riskanalysen. Utlopp från säkerhets-ventiler leds till utsläppspunkt på taket
JNN	Sektioneringsventilers utloppsrör leds via avspänningskärl till skrubber (6).
ÅF-RNK	-
Kommentar	Utsläpp från säkerhetsventiler är normalt kortvarig och gasformig. Ev gasmoln bör uppträda som lätt gas.

Tabell J8

Värderingsområde	1B7, 3:e person, utsläpp utomhus, fyllnings- och tömnigsoperationer
Nuvarande situation	Fyllnings och tömningsoperationer ger 1,2% bidrag till dödsfall i den kvantitativa riskanalysen.
JNN	Behandlas ej.
ÅF-RNK	Behandlas ej.
Kommentar	Vid fyllnings- och tömningsoperationer kan säkerhetssystem vara satta ur funktion genom att dörrar eller liknande står öppna. Förhållandvis stor mängd ammoniak kan finnas tillgängligt i tankbil vid ett ev utsläpp.

Tabell J9

Värderingsområde	1C3, 3:e person, utsläpp inomhus, rör LT behållare
Nuvarande situation	Utsläpp i maskinrum eller plattfrysrum går via väggventilation till omgivningen och/eller via öppna maskinrumsdörrar till övriga lokaler. Ger 0,4% bidrag till dödsfall i den kvantitativa riskanalysen.
JNN	Maskin- och plattfrysrum säkras mot ammoniakutsläpp genom att dessa förses med självstängande dörrar och port samt brandsäkras (1, 2). Utsläpp från utrust-ning i maskin- och plattfrysrum leds till ammoniakskrubber via nödventilation (7).
ÅF-RNK	Maskinrum förses med självstängande dörrar som är täta och brandsäkra (N1). Frånluftskanal med förbättrad ventilation dras till punkt ca 15 m över mark (T1).
Kommentar	ÅF-RNK föreslår att gasen leds via nödventilationssystem till skorsten. Beroende på utsläppets storlek och inneslutningens volym kan gasutsläppet uppträda som tung gas. Det är m a o ej säkert att detta förbättrar sitationen vid störrer utsläpp.

Tabell J10

Värderingsområde	1C4, 3:e person, utsläpp inomhus, fyllnadsmängd inomhus
Nuvarande situation	Inga automatiska sektioneringsmöjligheter, ev magnetventiler utgör inte sektioneringsskydd. Endast möjligt stoppa anläggning med nödstoppsknappar för kompressorer. Manuell avstängning av utrustning krävs.
JNN	Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till endast kärlinnehåll (5).
ÅF-RNK	-
Kommentar	Sektioneringsventiler som kan aktiveras automatiskt via detektorer eller manuellt ger betydande begränsning av utsläpp vid ev läckage. Frekvensen av större läckage på ledningar eller kärl är låg i jämförelse med porläckor.

Tabell J11

Värderingsområde	2A, egen personal, mängd ammoniak tillgänglig vid läckage
Nuvarande situation	.2,5 ton tillgänglig mängd inom ett sammankopplat system
JNN	Framgår ej om avsikt är att reducera tillgänglig mängd genom fysisk uppdelning av kyl- och torkanläggning. Sektioneringsventiler aktiveras av ammoniaklarm (5). Ev viss reduktion genom att exist evap kondensor ersätts med vattenfylld värme-växlare (4). Hela mängden tillgänglig i ett sammankopplat system.
ÅF-RNK	Reduktion till 2,2 ton genom uteslutande av bl a recipient i fisktorksystem (9) samt konvertering av evap. kondensor till vattenkylning (1, 2). Anläggning uppdelas i två system om 1,0 resp 1,2 ton (6). Hetgasvärmeväxlare på taket demonteras (8), ersätts dock med värmeväxlare inomhus
Kommentar	Osäkert om ÅF-RNK:s förslag drastiskt förbättrar situationen genom en halvering av tillgänglig mängd vid ett ev utsläpp. Inget av scenarierna i den kvantitativa riskanalysen hade större tillgänglig mängd. Kvalitativt anses dock en minskning vara fördelaktig.

Tabell J12

Värderingsområde	2B1, egen personal, utsläpp utomhus, evap kondensor
Nuvarande situation	Läckage på ledningar från evap kondensor eller rör i kondensor medför utsläpp av gas- eller vätskeformig ammoniak under högt tryck till omgivningen. Ger 77,5% bidrag till dödsfall för 3:e person i den kvantitativa riskanalysen. Personer som uppehåller sig i omedelbar närhet av utsläppet utsätts för hög dödsfallsrisk. Ammoniak kan via egen ventilation dras till arbetslokaler
JNN	Evap kondensorer ersätts med vattenkyld värmeväxlare (havsvatten) (4). Ammoniakbärande utrustning på tak inbyggs i eget brandsäkert och gastätt processrum (3). Utsläpp från utrustning på tak leds till ammoniakskrubber via nödventilation (7). Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till kärl-innehåll (5).
ÅF-RNK	Evap kondensorer ersätts med vattenkylda värmeväxlare placerade inomhus (slutet vattensystem med kyltorn) (1, 2).
Kommentar	Havsvattenkylning i JNN:s förslag kan medföra korrosionsproblem. Värmeväxlare direktkylda med havsvatten kan kräva specialmaterial för att säkra mot korrosions-skador. Ev läckage kan medföra sönderfrysning av värmeväxlare och därmed ammoniakläckage till havet. Läckage från övrig utrustning på tak leds direkt till skrubber.
ÅF-RNK.	Ny ammoniakmängd och utrustning flyttas inomhus. Detta kan medföra att personal utsätts för större risker. Tätning av maskinrum, självstängande dörrar och förbättrad nödventilation minskar förmodligen risken för personal som inte uppehåller sig i maskinrummet.

Tabell J13

Värderingsområde	2B2, egen personal, utsläpp utomhus, LT behållare
Nuvarande situation	Läckage på kärlen medför utsläpp av vätske- eller gasformig ammoniak under lågt tryck till omgivningen. Ger 19,4% (16,3+1,6+1,3) bidrag till dödsfall i den kvantitativa riskanalysen. Personer som uppehåller sig i omedelbar närhet av utsläppet utsätts för hög dödsfallsrisk. Ammoniak kan via egen ventilation dras till arbetslokaler
JNN	Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till endast kärlinnehåll (5). Ammoniakbärande utrustning på tak inbyggs i eget brandsäkert och gastätt processrum med ventilation och larm (3). Utsläpp på tak leds till ammoniakskrubber via nödventilationen (7).
ÅF-RNK	Kärlen byggs in i gastätt rum med ventilation och larm (T2). Nödventilation för utsläppet till utblåsstack.
Kommentar	ÅF-RNK föreslår att gasen leds via nödventilationssystem till skorsten. För egen personal förbättras situationen mot tidigare då utsläppet förs till säker plats m a p exponering av personal. Beakta dock kommentar avseende tung gas under 1B2. JNN. Enligt förslaget förs ev utsläpp till skrubber via nödventilation. Detta förbättrar situationen för anställda jämfört med nuläget.

Tabell J14

Värderingsområde	2B3, egen personal, utsläpp utomhus, ledningar LT behållare
Nuvarande situation	Större läckage av vätske- eller gasformig ammoniak under lågt tryck från ledningar ger 0,8% bidrag till dödsfall för 3:e person i den kvantitativa risk-analysen.
JNN	Som ovan
ÅF-RNK	Som ovan
Kommentar	Osäkert om ÅF-RNK avser att all ammoniakbärande utrustning förutom låg-trycksbehållare på tak skall byggas in. Samma osäkerhet som ovan m a p utsläpp via skoRsten kvarstår
JNN - som ovan	

Tabell J15

Värderingsområde	2B4, egen personal, utsläpp utomhus, värmeåtervinning från hetgas.
Nuvarande situation	Ej individuellt beaktad i den kvantitativa riskanalysen. Hetgasvärmeväxlare är placerad utomhus på tak. Ev läckage kan dras in i fabrikslokaler via egen ventilation.
JNN	Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till endast kärlinnehåll (5). Ammoniakbärande utrustning på tak byggs in i eget brandsäkert och gastätt processrum (3). Utsläpp från utrustning på tak leds till skrubber via nödventilation (7).
ÅF-RNK	Hetgasvärmeväxlare på tak demonteras och ersätts med värmeväxlare inomhus (8).
Kommentar	ÅF-RNK. Ammoniakbärande utrustningflyttas inomhus vilket innebär viss men troligen marginell ökning av ammoniakmängden inomhus.

Tabell J16

Värderingsområde	2B5, egen personal, utsläpp utomhus, fyllnadsmängd utomhus
Nuvarande situation	Inga automatiska sektioneringsmöjligheter, ev magnetventiler utgör inte sektioneringsskydd. Endast möjligt stoppa anläggning med nödstoppsknappar för kompressorer. Manuell avstängning av utrustning krävs.
JNN	Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till endast kärlinnehåll (5).
ÅF-RNK	-
Kommentar	Sektioneringsventiler som kan aktiveras automatiskt via detektorer eller manuellt ger betydande begränsning av utsläpp vid ev läckage. Frekvensen av större läckage på ledningar eller kärl är låg i jämförelse med porläckor. ÅF-RNK. Personal som skall stänga manuella ventiler för att begränsa utsläpp utsätts för onödig risk.

Tabell J17

Värderingsområde	2B6, egen personal, utsläpp utomhus, säkerhetsventiler
Nuvarande situation	Ej individuellt beaktad i den kvantitativa riskanalysen. Utlopp från säkerhets-ventiler leds till utsläppspunkt på taket
JNN	Sektioneringsventilers utloppsrör leds via avspänningskärl till skrubber (6).
ÅF-RNK	-
Kommentar	Utsläpp från säkerhetsventiler är normalt kortvarig och gasformig. Ev gasmoln bör uppträda som lätt gas. ÅF-RNK. Personal som uppehåller sig på taket vid utsläppstillfället kan exponeras för farliga ammoniakkoncentrationer.

Tabell J18

Värderingsområde	2C3, egen personal, utsläpp inomhus, rör LT behållare
Nuvarande situation	Utsläpp i maskinrum eller plattfrysrum går via väggventilation till omgivningen och/eller via öppna maskinrumsdörrar till övriga lokaler. Ger 0,4% bidrag till dödsfall för 3:e person i den kvantitativa riskanalysen.
JNN	Maskin- och plattfrysrum säkras mot ammoniakutsläpp genom att dessa förses med självstängande dörrar och port samt brandsäkras (1, 2). Utsläpp från utrust-ning i maskin- och plattfrysrum leds till ammoniakskrubber via nödventilation (7).
ÅF-RNK	Maskinrum förses med självstängande dörrar som är täta och brandsäkra (N1). Frånluftskanal med förbättrad ventilation dras till punkt ca 15 m över mark (T1). Inneslutna utrymmen utrustas med ammoniaksensorer som aktiverar lokalt larm och larm till räddningstjänst (N12).
Kommentar	ÅF-RNK. Framgår inte av förslaget om hög ammoniakhalt automatiskt stänger dörrar och startar nödventilation. Förbättring av dörrar till rum med ammoniak-bärande utrustning samt larm förbättrar möjlighet för personal att evakuera anläggning.

Tabell J19

Värderingsområde	2C4, egen personal, utsläpp inomhus, plattfrysare och plattfrysrum
Nuvarande situation	Plattfrysare finns för närvarande i eget rum och kyls med cirkulerande ammoniak. Cirkulationen sker med pumpar. Plattfrysrummet är inte särskilt utformat för ammoniakläckage.
JNN	Plattfryslokalen tätas och kompletteras med brandsäkert ytskikt. Lokalen utrustas med självstängande dörrar och port (2). Sektioneringsventiler begränsar utsläpps-mängden till endast kärlinnehåll (5). Utsläpp från utrustning i maskin- och platt-frysrum leds till ammoniakskrubber via nödventilation (7).
ÅF-RNK	Kylmediesystemen delas i två kretsar vilket halverar tillgänglig mängd vid läckage (6). Köldmedie- och brandlarm installeras i plattfrysrum. Köldmediepumpar stoppas vid larm. Magnetventil (automatisk avstängningsventil) i hetgasledning stängs. Då plattfrysare ej används pumpas ammoniak till vätskeavskiljare (12).
Kommentar	-

Tabell J20

Värderingsområde	2C4, egen personal, utsläpp inomhus, fyllnings- och tömningsoperationer.
Nuvarande situation	Fyllnings och tömningsoperationer ger 1,2% bidrag till dödsfall för 3:e person i den kvantitativa riskanalysen.
JNN	Behandlas ej.
ÅF-RNK	Behandlas ej.
Kommentar	Vid fyllnings- och tömningsoperationer kan säkerhetssystem vara satta ur funktion genom att dörrar eller liknande står öppna. Förhållandvis stor mängd ammoniak kan finnas tillgängligt i tankbil vid ett ev utsläpp. Det är viktigt att personal som hanterar dena typ av operation har utbildning och använder sådan skyddsutrustning som krävs för att kunna vidta åtgärder vid läckage.

Tabell J21

Värderingsområde	3A, miljö, utsläpp till luft.
Nuvarande situation	Miljöaspekter har inte värderats i den kvantitativa riskanalysen..
JNN	Utsläpp från utrustning på tak och i maskin- och plattfrysrum leds till skrubber via nödventilation (7). Sektioneringsventiler begränsar utsläppsmängden till kärlinnehåll (5).
ÅF-RNK	Reduktion till 2,2 ton genom uteslutande av bl a recipient i fisktorksystem (9) samt konvertering av evap. kondensor till vattenkylning (1, 2). Anläggning uppdelas i två system om 1,0 resp 1,2 ton (6).
Kommentar	ÅF-RNK. Utsläpp till luft kan bidraga till försurnings- och övergödningseffekter. Höga koncentrationer nära anläggning kan ge akut kortsiktig påverkan på växtlighet.

Tabell J22

Värderingsområde	3B, miljö, utsläpp till vatten
Nuvarande situation	Miljöaspekter har inte värderats i den kvantitativa riskanalysen..
JNN	-
ÅF-RNK	Kärlen byggs in i gastätt rum med ventilation och larm (T2). Nödventilation för utsläpp till utblåsstack.
Kommentar	JNN. Utsläpp av ammoniak till vatten kan vara akuttoxisk för vattenorganismer. Detta kan vara ett problem om området har särskilt skyddsvärda arter. Tillväxt av vattenorganismer i stillastående vatten kan utgöra igensättningsproblem som behöver åtgärdas genom mekanisk rengöring eller med kemikalier.

Tabell J23

Värderingsområde	Värderingsområde3C, miljö, ökad energiförbrukning
Nuvarande situation	Miljöaspekter har inte värderats i den kvantitativa riskanalysen..
JNN	-
ÅF-RNK	Kyl- och eleffekt påverkas marginellt (3g).
Kommentar	-

Tabell J24

Värderingsområde	4A, ekonomi, investering
Nuvarande situation	-
JNN	3.600.000:-
ÅF-RNK	Ca 2.000.000:- Uppgift om totalkostnad framgår inte otvetydigt från förslags-underlaget.
Kommentar	I ÅF-RNK:s förslag ingår ombyggnad för att uppnå stabilare drift av anläggningen. Vid beslut om investering bör man om möjlift ta hänsyn till framtida utbyggnad och dess effekt på investeringskostnaden. Alternativa moderna lösningar kan finnas som medför bättre säkerhet för liknande investeringskostnader. Exempelvis kan anläggningar med mindre fyllnadsgrad av ammoniak värderas.

Tabell J25

Värderingsområde	4B, ekonomi, drift- och underhållskostnader
Nuvarande situation	-
JNN	-
ÅF-RNK	-
Kommentar	Framtida drift- och underhållskostnader värderas inte i förslagen..

Tabell J26

Värderingsområde	5, drift- och underhållsmässighet
Nuvarande situation	-
JNN	-
ÅF-RNK	-
Kommentar	Principiellt har anläggningarna liknande komplexitet m a p inneslutning, larm och ventilation. För säkerhetssystemet medför JNN:s försla ytterligare komplexitet i form av extra utrustning och styrsystem för absorberaranläggning. I ÅK-RNK:s förslag tillkommer ny utrustning för drift av kyltorn och vattencirkulation till denna.

XXVII.5. Slutsatser

En jämförelse mellan förslagen är svår att göra eftersom underlagen inte bygger på en gemensam kravspecifikation.

I åtgärdsförslagen från JNN Contracting AB och ÅF-RNK finns fyra punkter som har stor inverkan på säkerheten vid anläggningen. De tre första punkterna sammanfaller även med de skadefall som har störst bidrag till dödsfall vid ett ev ammoniakläckage i den kvantitativa riskanalysen.

- Kondensorn på taket byts mot vattenkylda värmeväxlare
- Vätskeavskiljare (lågtrycksbehållare) på taket får en gastät inneslutning
- Annan ammoniakbärande utrustning på taket flyttas inomhus
- Anläggningen, dess säkerhetsutrustning och personalens utbildning skall ha en standard som motsvarar Svensk Kylnorm.

Däremot skiljer sig tillvaratagandet av ev ammoniakläckage: ÅF-RNK för ammoniakgasen till en skorsten medan JNN absorberar ammoniaken i havsvatten.

I ÅF-RNK:s förslag har man inte värderat effekten på 3:e person av stora ammoniakutsläpp via skorsten för den aktuella anläggningen. Man bör undersöka om det har utförts spridningsberäkningar för sådana utsläpp och inhämta resultat av de fältmässiga försök som har utförts.

Beträffande JNN Contracting's förslag bör man beakta att ett skrubbersystem kräver fullt vätskeflöde för att vara effektivt. En skrubber som startas i en nödsituation uppnår full effekt först efter viss tid. Det är tänkbart att man i en första fas får högre halter än 100 ppm i utloppsluften. Man bör även beakta att utrustningen kommer att kräva underhåll regelbundet och att igensättning av sugledningar kan uppstå. För att säkra anläggningens funktion kommer även återkommande provkörning att krävas. Det vore även önskvärt om en existerande beprövad lösning för en liknande anläggning redovisades.

XXVII.5.1 Allmänna synpunkter

Enligt DNV är första försvarslinjen mot utsläpp anläggningens integritet: det är därför mycket viktigt att besiktning, inspektion och underhåll utförs och dokumenteras. Oavsett teknisk lösning så har den grundläggande säkerhetsnivå som krävs i Svensk Kylnorm stor betydelse för säkerheten. Man bör därför ta fasta på kommentarerna och observationerna i Anders Lindborgs rapporter, se ref/7/ och /8/.

Även säkerhetsledning, utbildning och handhavande är viktiga faktorer. Utrustning för t ex dränering av olja, avstängning av system vid läckage eller för underhåll skall vara utformad så att den är lättåtkomlig och kan hanteras säkert. Dessa villkor är nödvändiga för att tekniska lösningar skall få full effekt.

Osäkerhet föreligger om ev ombyggnad och utökning av anläggning planeras. Detta kan medföra förändringar av riskbilden eftersom en mer omfattande förbättring av anläggningens status då kan vidtas. En ombyggnad kan t ex leda till att annat kylmedium än ammoniak väljs eller att man väljer modernare system med mindre ammoniakinnehåll. Sådan beslut kan medföra att gjorda investeringar i existerande anläggning saknar värde.

XXVII.6. Referenser

1	JNN Contracting AB, Projektbeskrivning, Anläggningen i södra hamnen, Säkring mot ammoniakutsläpp, 1998-05-22.
2	JNN Contracting AB, Projektbeskrivning, Skärhamns Frys, Säkring mot ammoniakutsläpp, 1998-11-02.
3	ÅF-RNK, 601905-U2 (Tillägg), Rev 1, Skärhamns Frys AB, Ombyggnad av kylanläggning för att minska risker för ammoniakutsläpp. Konsekvenser och specifikation av åtgärder enligt alternativ 2b i tidigare utredning 601905-U2, 1998-12-02.
4	ÅF-RNK, 601905-U2, Rev 1, Skärhamns Frys AB, Ombyggnad av kylanläggning för att minska risker för ammoniakutsläpp, 1998-11-05.
5	DNV, Rapport Nr 13614054-1, Kvantitativ riskanalys för Skärhamns Frys AB.
6	Håkan Falk, Länsstyrelsen, Trollhättan 1999-01-12, tel 0520-87483, Tillståndsprövning Ammoniak, Stallbacka.
7	Anders Lindborg, Åtgärdsförslag för bättre trygghet 50 - 300 meter, 1998.
8	Anders Lindborg, Skärhamns Frys 1998, värme för torktunnel, kyl- och frysrum, 1998.

XXVIII. PM med länsstyrelsens kommentarer till DNV:s rapport Kvalitativ bedömning av förslag till säkerhetshöjande åtgärder för Skärhamns Frys 18/1 1999

I rapporten görs en jämförelse mellan JNN Contractings förslag till teknisk lösning (scrubber) vid Skärhamns Frys och ÅF-RNK:s förslag till lösning, alt 2B.

ÅF:s förslag utgår från att anläggningen byggs om och att anläggningen ges en bättre driftsteknisk stabilitet: Utsläpp från anläggningen ventileras bort genom en frånluftskanal som mynnar 15 m över mark Säkerhetshöjande effekt på omgivning och inom anläggningen.

Svagheter: Någon spridningsberäkning har inte utförts vid ett stort utsläpp då ammoniak i form av tung gas måste ventileras ut genom skorstenen. Vilken koncentration kan beräknas för omgivningen?

JNN:s förslag innebär inga påtagliga förändringar av anläggningens driftstekniska stabilitet men ger en högre säkerhet från omgivningssynpunkt än ÅF:s förslag. Ev utsläpp tvättas istället för att ventileras bort.
Svagheter: Referenser till någon motsvarande lösning för annan kylanläggning saknas. Vissa osäkerheter redovisas av DNV vad gäller driftsäkerheten hos scrubbern. Ytterligare teknisk komplexitet vad gäller övervaknings- och styrsystem för scrubbern.

XXVIII.1 Likheter

Båda förslagen innebär att ammoniakbärande delar av utrustningen byggs in och sektioneras mot omgivningen. Det förutsätts också att anläggningen uppfyller de krav som finns i Sv Kylnorm samt att anläggningens personal ges en nödvändig utbildning. Likaså förutsätts att utsläpp av ammoniak detekteras och att automatisk larmning sker till räddningstjänsten.

XXVIII.2 Skillnader

Sättet att ta hand om utsläpp utgör den grundläggande skillnaden. ÅF väljer att säkra driften och därigenom höja säkerheten. Ev utsläpp ventileras ut genom en hög skorsten. JNN väljer att destruera ev utsläpp i scrubbern och därmed reducera hotet mot omgivningen. ÅF:s förslag innebär att den samlade mängden reduceras med 10% vilket är positivt: JNN väljer istället att sektionera de ammoniakbärande kärlen. Ekonomiskt visar de båda förslagen stora skillnader. ÅF ca 2 mkr - JNN 3,6 mkr. Dock framgår inte av ÅF om hela den ammoniakbärande utrustningen på tak skall byggas in eller om eller om frånluftskanalen innehåller utrustning för vattendusch av ammoniakgas. I ÅF:s förslag råder osäkerhet om nödventilation och påverkan på larm och utrymning från anläggningen.

XXVIII.3 Kommentarer

Önskvärt att åstadkomma en ytterligare begränsning i mängden tillgänglig ammoniak vid utsläpp. Sektionering av anläggningens olika delar kan bidra till mindre utsläppsmängder samt underlätta insatser från räddningstjänstens sida.

Utöver säkerhetshöjande åtgärder krävs att anläggningen uppfyller grundläggande säkerhetskrav i Sv Kylnorm. Härutöver krävs att egenkontrollen vid anläggningen förbättras bl a genom kontrollprogram för drift och säkerhet. Ett sådant program bör utformas i samråd mellan företaget, kommunens berörda förvaltningar samt andra tillsynsmyndigheter.

Räddningstjänstlagen (§ 43) innehåller krav på beredskap med personal och utrustning vid denna typ av anläggningar. Lagen talar om beredskap i skälig omfattning. DNV bedömer att säkerheten inom området kan accepteras om rimliga säkerhetshöjande åtgärder vidtas. I detta ligger att en kostnads/nytta jämförelse bör ligga till grund för val av åtgärd. Två förslag har presenterats Båda förslagen leder till att säkerheten höjs men genom olika tekniska lösningar. Däremot skiljer sig kostnaderna väsentligt.

Oavsett val av säkerhetshöjande åtgärdsförslag återstår för Tjörns kommun att planera för bättre utrymningsmöjligheter för besökare till museet. Vidare bör räddningstjänsten fullfölja det förebyggande arbetet, upprätta insats-

plan, anskaffa nödvändig räddningstjänstutrustning samt utbilda och öva egen personal.
Kvarstående frågor
Val av alternativ - kompletteringar
Samråd med SRV
Detaljplanen - Finns här plan- och miljöfrågor som påverkas av rapporten?

XXIX. Brev från JNN Contracting AB 15/2 1999

XXIX.1 Adressater

Länsstyrelsen	Margareta Lannér-Hagentoft Lennart Olofsson
Räddningsverket	Jan Schyllander Thomas Gell
Tjörns kommun	Håkan Bergstam Ingemar Karlsson Rolf Holmgren Hans Wikberg
Det Norske Veritas	James Hannah

Det senaste dokument som vi tagit del av är DNV:s *Kvalitativa bedömning av förslag till säkerhetshöjande åtgärder för Skärhamns Frys.* Vi lämnar följande kommentarer till denna rapport:

1. I 5. *Slutsatser* står inledningsvis att jämförelsen är svår att göra eftersom underlagen inte bygger på en gemensam kravspecifikation. Detta påstå-ende är häpnadsväckande då kravspecifikationen rimligtvis utgörs av planbestämmelsen "Till anläggningen ansluts utrustning med syfte att reducera ammoniak i utsläppsluften, minst 5 m över mark till högst 100 ppm, för att därmed minimera hälsoriskerna för omgivningen". Har ÅF-RNK fått andra direktiv?

2. I 4:e stycket under 5. *Slutsatser* står att ÅF-RNK:s förslag inte är värderat avseende effekten på 3:e person av stora ammoniakutsläpp. Denna slutsats innebär att förslaget inte kan utgöra underlag för beslut om teknikval.
Av inledningen framgår att DNV:s huvudsakliga uppdrag är att värdera risken för 3:e man.

Vi har påtalat att tunggasfas med mycket höga koncentrationer uppträder vid ammoniakutsläpp i vätskefas. Detta utgör inte någon tydlig konsekvens i DNV:s rapport. Vi har erbjudit oss att närmare redovisa tunggasfenomenet men det föreligger inte något intresse för denna informationskunskap.

3. I sista stycket under 5. *Slutsatser* anges drift- och funktionstekniska uppgifter som antingen tyder på bristande processteknisk kunskap inom analysgruppen eller är av juridisk karaktär föranledda av att analysen baseras på principiella processtekniska beskrivningar och ej på ett fullödigt underlag i form av Basic Design - förprojekeringshandlingar.

4. På sid 5 och 6 står det i kommentarerna att det kan krävas specialmaterial i värmeväxlare på grund av korrosionsrisk och problem med igensättning med marina organismer.

Användandet av värmeväxlare med havsvatten som kylmedium är vanligt förekommande inom processindustrin och vid kärnkraftverken. Hydro Polymers i Stenungsund har t ex en stor kylanläggning med ammoniak och kondensorer med havsvatten som kylmedia.

Beträffande materialval i värmeväxlarplattor så skall titan användas. I detta sammanhang är titan att betrakta som standard- och ej som specialmaterial.

Beträffande frysrisk och igensättning så är det en designfråga. I övrigt kan Alfa Laval kontaktas om så önskas för referenser och information om denna applikationstyp.

Frågan "Är denna typ av system beprövad för kylanläggningar?" som är ställd på sid 6 bör rimligtvis DNV själv kunna besvara om man skall genomföra denna typ av "kvalitativa analyser".

5. Att döma av DNV:s kommentarer till skrubberdrift och processtyrning via gasanalysator-dator har man ej förstått principschemat eller saknar processystemkunskap för applikationen. För ytterligare kunskapspåspädning avseende skrubbersystemet kan förslagsvis Norton Chemicals 009-44--1782-744561 eller Vereinigte Fyllkörper-Fabriken GmbH 009-49-26-23-895-0 kontaktas för kontroll av vår föreslagna systemlösning. Även Norsk Hydro i Porsgrunn och Haldor Topsöe i Köpenhamn kan lämna systemsynpunkter.

I övrigt förekommer flera kommentarer från DNV mot vårt förslag som gör oss bekymrade då de antyder brister i bedömningen rörande styrteknik och övervakning, hantering vid drift, underhåll och avställning samt fortlöpande tillsyn och förebyggande underhåll m m.

Varför har exempelvis ej plattfrysanläggningen berörts i kommentarerna? Avsaknad av ursprungsdokumentation för tryckbärande utrustning och därmed konstruktionsförutsättningar och hållfasthet är ej noterad. Kvaliten på återkommande besiktningar och materialkontroll är ej berörd.
Det borde vara ett grundläggande krav på en kvalitativ analys av denna typ som skall utgöra grund för ett beslut om systemval att den bygger på kunskap om teknik och system och att rapportens slutsatser är tydliga för beslutsfattarna.

En sak som förvånar oss med tanke på innehållet i DNV:s rapport är att vi inte har blivit tillfrågade under analysarbetet trots att det uppenbarligen har funnits behov av klargöranden.

XXX. Skärhamns Frys AB får ett föreläggande från yrkesinspektionen 16/2 1999

XXX.1 Föreläggande enligt 7 kap 7 § arbetsmiljölagen med vite

XXX.1.1 Beslut

Yrkesinspektionen förelägger Er med stöd av 7 kap 7 § arbetsmiljölagen vid vite av 10 000 kr för vardera punkten 1 - 5 att senast den 30 augusti 1999 vidta följande åtgärder.

1. Ni skall ordna med gaslarmsystem i Ert maskinrum samt plattfrysrum.
2. Ni skall upprätta skriftliga rutiner för hur Er personal skall agera vid ett gaslarm.
3. Ni skall upprätta skriftliga rutiner för anläggningens handhavande vid drift, underhåll och avställning.
4. Ni skall upprätta rutiner så att Er personal fortlöpande utbildas och informeras samt tränas för anläggningens drift samt för nödläge.
5. Ni skall upprätta en tidsplanerad handlingsplan för övriga brister som uppdagats under Er flik 8 i Er riskanalys daterad 1998-04-15, se bil. 1

(Se I Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen, min anm). Av handlingsplanen skall framgå när planerade åtgärder skall vara klara och vem som ansvarar för att åtgärderna blir genomförda.

XXX.1.2 Aktuella bestämmelser

12 - 14 och 17 - 18 §§ Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1996: 6) om internkontroll
3, 4, 6, 8 och 10 §§ Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1997:7) om Gaser
4, 5, 25 och 26 §§ Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om Farliga ämnen

XXX.1.3 Bakgrund

Vid inspektion den 12 november 1998 uppmärksammades brister i arbetsmiljön i Era lokaler i Skärhamn.
Yrkesinspektionen ställde i ett inspektionsmeddelande den 16 november 1998 vissa krav mot Er för att bristerna skulle undanröjas. Vid uppföljning av ärendet konstaterades att Ni inte har uppfyllt kraven.
Ni har, i underrättelse enligt 17 § förvaltningslagen, fått tillfälle att yttra Er i ärendet.

XXX.1.4 Upplysningar

Beslutet har fattats av tf tillsynsdirektören Leif Söderberg samt nämndledamöterna Roland Myrenius, Gunilla Niklasson, Göran Karlsson, Hjördis

Karlsson och Stig Andreasson. Föredragande har varit Olle Clarin.
Om Ni inte följer föreläggandet kan Yrkesinspektionen ansöka hos Länsrätten om vitets utdömande.
Så snart föreskrivna åtgärder har utförts bör Ni underrätta Yrkesinspektionen.

Hur man överklagar

Detta beslut kan överklagas hos Arbetarskyddsstyrelsen. Överklagandet skall göras skriftligt. Det skall skickas eller lämnas till Yrkesinspektionen, Rosenlundsgatan 8, Box 2555, 403 17 Göteborg. Överklagandet måste komma in till Yrkesinspektionen inom tre veckor från den dag, då den som överklagar fick del av beslutet. I skrivelsen skall anges vilka beslut som överklagas och vilken ändring som önskas i detta.
Leif Söderberg
Tf Tillsynsdirektör
Olle Clarin
Yrkesinspektör

XXXI. Skrivelse från Skärhamns Frys AB till länsstyrelsen 25/2 1999

XXXI.1 Betr. Ammoniakprojektet

Snart har nu ett år passerat sedan Riskanalys för Skärhamns Frys AB blev framlagd av JNN Contracting AB. Vad har därefter hänt? Ett antal möten har hållits med Länsstyrelse, Räddningsverk, Kommun etc som inblandade. Även DNV har deltagit och lagt ner ett stort arbete.

Då vårt deltagande i projektet var avgörande för att planen för Södra Hamnen skulle bli antagen, syns det oss mycket besynnerligt att bygget av Akvarellmuseet påbörjats utan att någon som helst plan för ammoniakprojektet har förelagts oss. Detta ammoniakprojekt som förorsakat oss stora kostnader och som vi fått ägna mycket produktiv tid åt och som ju utgör en "enorm risk" för tredje person.

Under byggnadstiden kommer antalet "tredje person" att öka i området och vi vill med denna skrivelse klart och tydligt framhålla att ansvaret för eventuella olyckshändelser orsakade av ammoniak från vår anläggning och som drabbar tredje person helt ligger på byggherren för Akvarellmuseet. Vi som företag bidrager ju inte till att antalet människor i rörelse i området ökar.

När nu redan museebygget påbörjats och ingenting har hänt angående maskinombyggnaden i vår anläggning, vill vi erinra om tidsplanen i JNN:s projektbeskrivning och att maskinombyggnaden endast kan utföras under

januari och februari månad.
Högaktningsfullt

Skärhamns Frys AB

Erling Fransson

Bilaga: Minnesanteckningar 980527

cc. av detta brev till Tjörns kommun: Kommunstyrelsen.

XXXII. Utsläpp av köldmedium ammoniak NH^3, Rapport från ÅF-RNK 1/3 1999

XXXII.1 Förutsättningar

På begäran av länsstyrelsen och Statens Räddningsverk har vi tagit fram några förutsättningar för att kunna bedöma utsläppsmängder i kylmaskinrum.

I förutsättningar ingår att ombyggnad sker enligt alternativ 2B i vår utredning daterad 1998-11-05.
För bedömning av utsläpp har vi förutsatt följande:

1. Driftpersonal instrueras om anläggning, skötsel och åtgärder vid större läckage. Denna omfattar åtgärder för sektionering och, med hjälp av kompressorer, överföring av köldmedium till icke läckande system och tomsugningsbehållare. Plattfrysar skall tomsugas då de inte är i drift m m.
2. Anläggningen besiktigas och kontrolleras av godkänt kontrollorgan. Särskild kontroll bör därvid utföras av vibrationer, möjliga korrosionsangrepp, inspänning av rörledningar m m som kan förorsaka rörbrott.
3. Utöver tidigare anvisade åtgärder skall vid detaljprojektering av ombyggnad följande beaktas. Köldmediefyllnad i respektive system skall begränsas i största möjliga utsträckning. Vi bedömer att det är möjligt att minska köldmediemängderna med ytterligare 400 kg och att fyllnadsmängden i det största systemet skall kunna understiga 1.000 kg.
4. Frånluftskanal med höjd 15 m över yttertak för katastrofventilation förses med areaminskning så att utsläppshastigheten blir minst 10 m/s. Se även krav i Svensk Kylnorm kap 7, 6, 14, 3. Fläkten dimensioneras för minst 10.000 m^3/h.

XXXII.1.1 Dimensionsgrunder

Utformning av kyl- och frysanläggningar för Skärhamns Frys följer gällande säkerhetsbestämmelser i Svensk Kylnorm och detta gäller samtliga redovisade alternativ i våra utredningar.

Med hänsyn till speciella krav och oro för köldmedieutsläpp har vi utformat systemen med större säkerhet än Svensk Kylnorm direkt kräver.

Följande åtgärder är överkrav.

1. Nedflyttning av kondensorer från yttertak.
2. Uppdelning på två separata köldmediesystem av ammoniaksystem varigenom köldmediefyllnad i det största systemet kan minskas till maximalt 1.200 kg.
3. Utformning så att systemfyllningar kan överföras till icke läckande system och sektioneras.
4. Frånluftsfläkt för katastrofventilation ansluts till skorsten som uppdrages 10 m över tak. Frånluftsmängden ökas från kravenliga 6.000 m3/h till minst 10.000 m3/h. Enligt krav i Svensk Kylnorm kap 7, 6, 14, 3 för direktkylda isbanor med betydligt större köldmediemängder (upp till 4.000 kg) och publik placerad på läktare runt isbana.
5. Inklädnad och ventilering av ev kvarvarande utrustning innehållande köldmedium på yttertak.

XXXII.2 Ytterligare krav som medför ökad säkerhet

Förhöjda krav kan även här ställas: t ex röntgenkontroll, övningar i säkerhet för driftpersonal och tätare besiktningar som förebygger t ex korrosionsangrepp, skadliga vibrationer och skadliga infästningar som innebär risk för skador. Samtliga åtgärder som angetts i våra alternativ är i första hand vidtagna för att skydda allmänhet och tredje person.

Ex. Köldmediefyllning i plattfrysar överföres till vätskeavskiljare när plattfrysarna inte är i drift. Ny magnetventil i hetgasledning i kylmaskinrum stängs.

XXXII.3 Läckagerisker

Läckagerisker efter ombyggnad är följande:

- Läckage från kompressorernas axeltätningar. Dessa är omöjliga att helt förebygga men de börjar i allmänhet med mindre läckage och förvarnas genom lukt och köldmedielarm.
- Läckage från vibrerande apparater och rörledningar på kompressorerna och på deras högtryckssida. Läckagerisken går i viss mån att förebygga.
- Läckage från korrosionsangrepp. Risken går i regel att förebygga genom konstruktion, kontroll och förebyggande underhåll.
- Läckage i förångare och kondensorer. Läckage börjar i allmänhet med låg nivå på utsläppen. Större läckage kan därför förebyggas.
- Läckage med köldmedium i vätskefas från vätskeavskiljare. Läckage är mycket sällsynta men kan medföra stora utsläpp.
- Läckage i samband med service och underhåll t ex oljeavtappningar.

Utsläpp kan förebyggas med instruktioner och självstängande ventil vid oljeavtappning.

XXXII.4 Ventilation av kylmaskinrum

Enligt Svensk Kylnorm krävs ca 6.000 m^3/h. Med överkrav har vi valt minst 10.000 m^3/h.

Frånluftsfläkten kan ha tvåhastighetsmotor alternativt steglös reglering som vid lägre varvtal används för att hålla temperaturen i kylmaskinrummet vid 20°C.

Sommartid kan rumstemperaturen uppgå till max 35°C.

Undertryck i kylmaskinrum kommer att variera med värmebelastning från kompressormotor, övrig värmetillförsel och rådande utetemperatur.
Vid köldmedieläckage inkopplas max frånluftsmängd d v s minst 10.000 m^3/h.

Vid köldmedieläckage kan undertrycket p g a ångbildning av läckande ammoniakvätska variera beroende på läckans typ och storlek. Vid större läckage med ren vätska (2,5 kg/s) får rummet i inledningsfas neutralt tryck. Ett sådant läckage kan tömma hela systemet på ca 8 minuter.

Vid läckage på vätskesida sker förångning av köldmediet varvid rumstemperaturen sjunker. Detta leder till undertryck i maskinrummet och minskade gasmängder. Utsläppet blir en blandning av luft och ammoniakgas. Blandningen har förmodligen en lägre temperatur än omgivningen under varma sommardagar men består i gengäld inte av ren ammoniak.

Luftmängderna för ventilation av kylmaskinrum enligt Svensk Kylnorm har rekommenderats sedan 1950. De följer internationella normer och har enligt vår kännedom ej ifrågasatts.

Sammanfattning

I sämsta fall får man ett utsläpp på 10 m höjd över maskinrumstak av ren köldmediegas: mängd 10.000 m^3/h, hastighet 10 m/s, täthet 0,610 - 0,680 kg/m^3.

Uteluftens täthet är alltid större än den rena ammoniakgasens och kan variera mellan 1,15 och 1,4 kg/ m^3 beroende på temperatur och fuktighet. Kylmaskinrummets totala volym uppskattar vi till 400 m^3.

XXXIII. Ang. projektbeskrivning rörande Skärhamns Frys AB, skrivelse från Skärhamns Frys AB till länsstyrelsen 8/3 1999

Länsstyrelsen har tidigare tagit del av ett från Tjörns kommun översänt förslag till projektbeskrivning avseende säkring av ammoniakutsläpp från Skärhamns Frys AB: Även om Länsstyrelsen inte haft möjlighet att fullt ut värdera projektbeskrivningen i dess olika delar har man i ett PM 1998-05-27 givit uttryck för att man anser att det finns starka skäl för att starta projektet i fråga i enlighet med de intentioner som kommit till uttryck vid underhandsöverläggningar med kommunen.

Vid ett sammanträde på kommunkontoret 1998-05-27 i närvaro av företrädare för Skärhamns Frys AB och för Tjörns kommun förklarade sig parterna ense om ett antal punkter som skulle diskuteras ytterligare och beslutas om innan Tjörns kommun beslutade om byggstart för Akvarellmuseet. Av de minnesanteckningar som upprättats från sammanträdet kan utläsas att kommunen före byggstart bl a skulle ta ställning till och besluta om ett genomförande med inriktning enligt projektbeskrivningen inklusive finansieringen av projektet. Skärhamns Frys AB kan nu endast konstatera att byggstart skett utan att Tjörns kommun överhuvudtaget haft någon ytterligare kontakt med företrädare för bolaget.

Ovanstående leder till att Skärhamns Frys AB ej längre känner det lika angeläget att medverka i projektet när ena samtalsparten så flagrant bryter mot vad som överenskommits. För fortsatt medverkan i projektet kräver Skärhamns Frys AB att kommunen omgående tar ställning till och beslutar om finansieringen av projektet innebärande att Skärhamns Frys AB hålles fri från varje som helst kostnad i anledning av projektets genomförande. Häruti ligger även skälig kostnad för det arbete som företrädare för Skärhamns Frys AB själva har att bidraga med för projektets genomförande. Ovanstående skall gentemot Länsstyrelsen endast ses som en information om vad som förevarit och hur Skärhamns Frys AB ser på sakens behandling från kommunens sida. Detta särskilt mot bakgrund av att Länsstyrelsen i PM från 1998-05-27 understryker vikten av att projektet genomförs i nära samverkan med Skärhamns Frys AB och de övriga intressen som kan beröras.

Skärhamns Frys AB

Erling Franson

XXXIV. Utvärdering av säkerhetshöjande åtgärder vid Skärhamns frys, skrivelse från Räddningsverket till länsstyrelsen 26/3 1999

Räddningsverket genomför för närvarande projektet "Kyl- och frysanläggningar med ammoniak". Bakgrunden till detta är att det finns ett stort antal kyl- och frysanläggningar med ammoniak som köldmedium, ofta mitt i samhällen, som kan utgöra en risk för omgivningen. I många fall har dessa anläggningar byggts med betryggande avstånd till andra verksamheter, men under åren har dessa avstånd i ett antal fall blivit betydligt mindre. Framförallt när det gäller nyetableringar i närheten av dessa anläggningar uppstår nuförtiden ofta frågor och diskussioner huruvida detta kan tillåtas eller ej. Detta beror dels på en ökad riskmedvetenhet inom vårt samhälle och dels på införandet av nya respektive ändrade föreskrifter, förordningar och lagar. Problemet har bl a nyligen lyfts fram då ett museum i Skärhamn projekterats i omedelbar anslutning till frysanläggningen Skärhamns Frys AB. En kvantitativ riskanalys för denna frysanläggning har genomförts som utgångspunkt och underlag för detta projekt.

Dessutom pågår en viss ombyggnation av några kyl- och frysanläggningar för ammoniak som köldmedium i stället för freon. Bakgrunden är att miljödepartementet av miljöskäl beslutat att stoppa användningen av freoner. För närvarande finns för kyl- och frysanläggningar ingen annan lämplig ersättare för freon än ammoniak. Beslutet medför att man i princip ersätter en miljörisk med en hälsorisk och därmed kan även här problem uppstå beträffande placering av dessa anläggningar i samhällen.

XXXIV.1 Räddningsverkets medverkan

Syftet med projektet är att utgående från fallstudien "Kvantitativ riskanalys för Skärhamns Frys AB" ta fram en generell vägledning för riskbedömningar av kyl- och frysanläggningar med ammoniak som köldmedium. Rapporten skall utgöra ett generellt användbart underlag för kommunernas riskhantering i liknande situationer, men även ett stöd för anläggningarnas säkerhetsarbete och riskhantering.

Arbetet skall ge erforderlig vägledning för att:

- Formulera krav på riskanalyser av kyl- och frysanläggningar med ammoniak
- Genomföra enklare riskanalyser av god kvalitet
- Värdera resultat av riskanalyser
- Bedöma risker från en ammoniakanläggning i relation till andra kommunala risker
- Ta ställning till behov av mer detaljerade analyser

Slutrapporten riktar sig till kommunernas verkställande och beslutande

organ, kommunal räddningstjänst samt anläggningspersonal och berörda myndigheter och beräknas vara klar under sommaren.

Arbetet utförs av Det Norske Veritas och hittills har en kvantitativ riskanalys för Skärhamns Frys AB avrapporterats samt på uppdrag av Tjörns Kommun en utvärdering av två förslag till säkerhetshöjande åtgärder.

Den kvantitativa riskanalysen gav som resultat att risknivån vid Skärhamns Frys AB var av den storleksordningen att den noga måste beaktas och att rimliga åtgärder för riskreduktion skall vidtas.

Utvärderingen av två tekniska förslag för riskreduktion från JNN Contracting AB samt från ÅF-RNK har varit svår att göra eftersom de tillgängliga underlagen inte vilade på en gemensam kravspecifikation.

XXXIV.2 Överväganden

Som redan tidigare nämnts har Räddningsverkets medverkan i ärendet rörande Skärhamns Frys AB primärt varit inriktad på att ta fram ett för landet generellt underlag och sålunda inte på säkerhetsfrågorna kring denna enstaka anläggning. Baserat på ovan nämnt underlag gör dock Räddningsverket följande bedömning beträffande säkerheten för tredje person kring Skärhamns frys:

Under förutsättning att de olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder som föreslås i den kvantitativa riskanalysen uppfylls, att svensk kylnorm tillämpas fullt ut samt att någon av de bägge studerade tekniska lösningarna rörande skrubber eller inbyggnad med skorstensventilation genomförs, så torde säkerheten vid anläggningen vara tillfredställande hög. Det bör betonas att den senare lösningen också arbetar med en lägre fyllnadsgrad av ammoniak. Räddningstjänstens roll för att, genom tillsyn m m, garantera att säkerheten vid anläggningen upprätthålls understryks.

XXXV. Säkerhetshöjande åtgärder kring ammoniakhanteringen vid Skärhamns Frys AB, Tjörns kommun, skrivelse från länsstyrelsen till kommunstyrelsen 16/4 1999

Tjörns kommun har genom beslut den 28 maj 1998 antagit detaljplan för Södra Hamnen i Skärhamn. I planen föreskrivs villkor med avseende på säkerheten kring Skärhamns Frys AB och den ammoniakhantering som förekommer vid anläggningen.

Kommunen har härefter hemställt om länsstyrelsens bedömning av de

säkerhetsåtgärder so krävs för att uppfylla detaljplanens villkor med avseende på säkerhet inom området.

Med hänsyn till ärendets principiella intresse har Det Norske Veritas på uppdrag av Räddningsverket utfört en "Kvantitativ riskanalys för Skärhamns Frys AB".

Länsstyrelsen har under ärendets gång haft omfattande kontakter med Tjörns kommun, företaget, Det Norske Veritas, Räddningsverket och de konsulter som kommunen engagerat i ärendet.

XXXV.1 Länsstyrelsens bedömning av föreslagna åtgärder

Ammoniak är ett ämne som vid utsläpp i höga koncentrationer kan vålla allvarliga skador på oskyddade människor. Detta gäller såväl inom anläggningen som i dess närhet. För denna typ av anläggningar finns särskilda säkerhetsbestämmelser i bl a Svensk kylnorm.

Arbetarskyddstyrelsens föreskrifter innehåller säkerhetsbestämmelser till skydd för den inre arbetsmiljön. Motsvarande säkerhetsbestämmelser saknas för omgivningen och tredje person. Naturvårdsverket har inte klassificerat anläggningar av denna storlek som prövningspliktiga i Förordning (1998: 889) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, även om de kan medföra stora konsekvenser för miljön, människor och omgivningen.

Det Norske Veritas konstaterar i riskanalysen att risknivån kring Skärhamns Frys AB, både inom- och utomhus, är av den storleksordningen att åtgärder behöver vidtas för att minska risken. Om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas kan en tillfredsställande säkerhet uppnås inom området.

I ärendet har två förslag till tekniska lösningar presenterats för att reducera risken för och konsekvenserna av ett utsläpp av ammoniak från anläggningen. Det ena förslaget innebär att anläggningens ammoniakbärande delar byggs in och att eventuella utsläpp av ammoniak tvättas i en sk "scrubber". Det andra förslaget innebär likaså att ammoniak bärande delar byggs in men att eventuella utsläpp ventileras ut genom en hög skorsten. Den senare lösningen utgår också från en lägre sammanlagd fyllnadsgrad av ammoniak. Länsstyrelsen bedömer att båda förslagen tillgodoser skäliga krav på säkerhet enligt detaljplanens villkor. En förutsättning är emellertid att de olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder som föreslås i den kvalitativa bedömningen av de olika förslagen till säkerhetshöjande åtgärder (5.1 Allmänna synpunkter) uppfylls och att de bestämmelser som gäller för anläggningen i övrigt, svensk kylnorm m fl, tillämpas.

Länsstyrelsen vill framhålla vikten av att anlägga en helhetssyn på frågan om säkerhet såväl vid anläggningen som i dess närhet. Det är därför

angeläget att det fortsatta arbetet med förprojektering, åtgärdsprogram och samordnad tillsyn sker i nära samarbete med företaget, berörda myndigheter och kommunens räddningstjänst.

I den slutliga handläggningen av detta ärende har deltagit länsöverdirektören Göran Bengtsson, beslutande, planeringsdirektören Sten-Åke Gustafsson, länsarkitekten Sven Öjersjö, arkitekten Margareta Lannér-Hagentoft, planerings- och bostadsenheten, Jan Olofsson, miljöskyddsenheten och chefen Civil beredskap Lennart Olofsson, den sistnämnde föredragande.

XXXVI. Säkerhetshöjande åtgärder kring ammoniakhanteringen vid Skärhamns Frys AB, Tjörns kommun, skrivelse från räddningstjänsten till Räddningsverket 29/4 1999

Tjörns räddningstjänst mottog 990419 yttrande från länsstyrelsen i V Götaland avseende rubricerat ärende: Länsstyrelsen byggde sitt yttrande bl a på de kontakter man haft med Räddningsverket. Yttrandet föranleder en del frågeställningar hos mig, vilka jag hoppas Du kan hjälpa mig att besvara.

Samtliga riskutredningar/analyser visar att risknivån för människor i omgivningen är av den storleksordningen att åtgärder behöver vidtagas för att minska risken. Acceptabel risknivå är också klart definierad i gällande detaljplan.

Inför kommande politiska beslutsprocesser, kan frågor från olika håll komma att ställas till lokala räddningstjänsten. För att kunna besvara dessa frågor på ett tydligt och acceptabelt sätt behöver vi få förtydligat vissa delar av yttrandet.

I DNV:s rapport gällande den kvalitativa bedömningen av ÅF-RNK:s och JNN:s förslag till säkerhetshöjande åtgärder konstaterar man att i ÅF-RNK:s förslag har man inte värderat effekten för 3:e person. Vid presentation av sitt förslag 990301 redovisar ÅF-RNK följande: Sammanfattningsvis blir i sämsta fall att utsläppet sker på 10 m höjd över maskinrumstak med 10.000 m3/h och med en utsläppshastighet av 10 m/s av ren köldmediegas. Trots detta gör LSTY/SRV bedömningen att båda förslagen tillgodoser skäliga krav på säkerhet enligt detaljplanens villkor. Har SRV tillgång till något underlag som inte kommit lokal räddningstjänst till del? Vad grundar man sitt påstående på? Har hänsyn tagits till tunggasproblematiken vilket väl är ett måste om man skall göra bedömningen att villkoren uppfyllts?

Har man i skorstensalternativet tagit hänsyn till SRV:s modell för spridningsberäkningar med skadeutfall? Har SRV några synpunkter på hur man i

det här fallet lever upp till miljöbalken kap 2a §§ 1-9?

Räddningstjänsten på Tjörn vill säkerställa att vi i samband med en framtida olyckssituation vid anläggningen eller i samband med beslutsprocessen kan ge adekvata svar på relevanta frågor. Emotser, så snart som möjligt, ett svar från Dig.

XXXVII. Säkerhetshöjande åtgärder kring ammoniakhanteringen vid Skärhamns Frys AB, Tjörns kommun, skrivelse från Räddningsverket till räddningstjänsten 11/5 1999

Hej Hasse!
Låt mig till att börja med säga att jag har full förståelse för att Du och räddningstjänsten kan ställas inför en hel del frågor som kan vara mycket svåra att besvara rätt upp och ner. Särskilt om journalister är inblandade ställs det höga krav på pedagogiken. Därför tycker jag att det vore bäst om vi kunde träffas, gärna på DNV:s kontor i Göteborg, och gå igenom några av de viktigare frågorna. Hör av Dig om Du tycker att det är en god idé.

Du säger inledningsvis att samtliga riskanalyser visar på risknivåer som är av sådan storleksordning att åtgärder behöver vidtagas. Nu har jag bara sett två utredningar: En av Jan Johansson, som jag inte bedömer vara en bra riskanalys, och en av DNV, som enligt min mening uppfyller de kvalitetskrav man kan ställa på en sådan. Även DNV:s analys visar dock att , som Du påpekar, att risknivån för tredje person är för hög och att åtgärder bör vidtas. DNV:s ställningstagande grundar sig på en uppsättning kriterier som inte antagits nationellt men som är betydligt strängare än dem som tillämpas i vissa andra länder såsom Holland och Storbritannien.

Med anledning härav ges ett antal förslag som både tar sikte på att minska sannolikheten för en olycka och att reducera konsekvenserna av en olycka om en sådan likväl skulle inträffa. Från Räddningsverkets utgångspunkt är det självfallet viktigt att man så långt som möjligt inriktar sina åtgärder mot att en olycka överhuvudtaget skall kunna inträffa.

När det gäller ÅF-RNK:s förslag säger Du att de redovisat ett "sämsta" fall med 10.000 m3/h ut genom skorstenen. Här måste det föreligga någon form av felaktighet. Dels har jag aldrig hört talas om denna del i förslaget, dels faller det på sin egen orimlighet. Med ett flöde av 10.000 m3/h skulle hela innehållet om 2,5 ton ammoniak i Skärhamns frys vara tömt inom en sekund. Vad menar Du med nästa siffra 10 m/s? Vindhastighet?

Länsstyrelsen och Räddningsverket har var för sig gjort sina bedömningar. Räddningsverket förutsätter för sin del att DNV:s

rekommendationer+Svensk Kylnorm+något av de tekniska förslagen (JNN/ÅF-RNK) skall vara uppfyllda för att säkerheten skall kunna anses tillfredsställande. Dessa krav går, såvitt jag förstår, längre än för någon annan kylanläggning i Sverige.

Räddningsverket har inte tillgång till något underlag som inte är allmänt tillgängligt. Däremot har vi i våra överväganden hört ett stort antal "experter" inom området. I DNV:s konsekvensberäkningar har hänsyn tagits till att ammoniak i vissa fall har tunggasegenskaper. Detta har också legat till grund för Räddningsverkets bedömningar.

När det gäller spridningsberäkningar från skorsten så har SRV ingen egen modell. Här finns istället s k CFD-modeller för modellering och spridningsberäkningar. När det gäller miljöbalken slutligen så har jag svårt att se att den spelar någon större roll i detta sammanhang.

XXXVIII. Möte 4/6 1999 om föreslaget alt för Störningsskydd, Skärhamns Frys, ammoniakanläggning

Närvarande

Räddningsverket	Mattias Strömgren, Roger Almgren
DNV	James Hannah
Tjörns räddningstjänst	Håkan Bergstam, Hasse Wikberg, KG Persson

XXXVII.1 Anteckningar

1. Samtliga deltagare var eniga om att föreslaget alternativ med skorsten inte uppfyller detaljplanens villkor. Alternativet kan medföra utsläpp av ren ammoniakgas i tunggasform.
2. Roger Almgren föreslog att man borde titta på ett inneslutningsalternativ med kontrollerad ventilation till det fria. Enligt Mattias Strömgren likt det i Sundsvall.
3. Förprojekteringen bör tillgå så att en oberoende konsult analyserar projektresultatet i syfte att uppfylla planbestämmelsen (James Hannah). DNV kan enligt Hannah kontaktas för förslag om hur detta bör gå till.
4. Miljöbalkens krav måste självfallet beaktas. Dock tveksamt om räddningstjänsten kan stödja sig på den.

XXXIX. Sammanträdesprotokoll, kommunfullmäktige Tjörns kommun 7/6 1999

KF § 91

XXXIX.1 Ammoniakprojektet

Ärendebeskrivning

Länsstyrelsen har i yttrande 990416 gjort följande bedömning av föreslagna åtgärder:

"I ärendet har två förslag till tekniska lösningar presenterats för att reducera risken för och konsekvenserna av ett utsläpp av ammoniak. från anläggningen. Det ena förslaget innebär att anläggningens ammoniakbärande delar byggs in och att eventuella utsläpp tvättas i en s k "skrubber". Det andra förslaget innebär likaså att ammoniakbärande byggs in men att eventuella utsläpp ventileras ut genom en hög skorsten. Den senare lösningen utgår också från en lägre sammanlagd fyllnadsgrad av ammoniak.

Länsstyrelsen bedömer att båda förslagen tillgodoser skäliga krav på säkerhet enligt detaljplanens villkor. En förutsättning är emellertid att de olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder som föreslås i den kvantitativa riskanalysen (5.1 Allmänna synpunkter) uppfylls och att de bestämmelser som gäller för anläggningen i övrigt, svensk kylnorm m fl, tillämpas. Oavsett val av teknisk lösning bör eftersträvas att så långt som möjligt reducera den sammanlagda tillgängliga mängden ammoniak samt att sektionera ammoniakbärande system. Detta för att begränsa risken för skador vid ett utsläpp och underlätta räddningstjänstens möjligheter att utföra en räddningsinsats vid anläggningen.

XXXIX.1.2 Tidigare behandling

Kommunfullmäktiges beslut 980528.
Utredningar och aktiviteter som utförts under perioden juni 98 - mars 99:

Beställare	Utredning/aktivitet	Utförare
Tjörns kommun	Säkring mot ammoniak (980522)	JNN
Räddningsverket	Riskanalys (9811)	JNN
Tjörns kommun	Förslag till ombyggnad av kylanläggning för att minska risken för ammoniakutsläpp (981105)	ÅF-RNK
JNN (eget initiativ)	Säkring mot ammoniakutsläpp (981102)	JNN
Tjörns kommun	Kvalitativ bedömning av förslag till säkerhetshöjande åtgärder för Skärhamns Frys (990112)	ÅF-RNK
Länsstyrelsen och Räddningsverket	Utsläpp av köldmedium ammoniak NH3 (990301)	ÅF-RNK

Med anledning av Länsstyrelsens i yttrande dat 990416 har kommunchef Ingemar Karlsson lämnat förslag till beslut i ärendet

Arbetsutskottets beslut 1999-05-06 § 106
Kommunstyrelsens beslut 1999-05-20 § 131

XXXIX.2 Jäv

Bo Bertelsen (ka) anmälde jäv och deltog därför inte i vare sig handläggningen eller beslutet.

Kommunfullmäktiges beslut:

Kommunfullmäktige beslutar:

- Kommunstyrelsen får i uppdrag att genomföra förslaget som innebär att ammoniakbärande delar byggs in och vid eventuella utsläpp ventileras ut genom en hög skorsten.
- Olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder som föreslås i den kvantitativa riskanalysen uppfylls och att de bestämmelser som gäller för anläggningen i övrigt, svensk kylnorm m fl, tillämpas. Oavsett val av teknisk lösning bör eftersträvas att så långt som möjligt reducera den sammanlagda tillgängliga mängden ammoniak samt att sektionera ammoniakbärande system. Detta för att begränsa risken för skador vid ett utsläpp och underlätta räddningstjänstens möjligheter att utföra en räddningsinsats vid anläggningen.
- En helhetssyn på frågan om säkerhet såväl vid anläggningen som i dess närhet. Det är därför angeläget att det fortsatta arbetet med förprojektering, åtgärdsprogram och samordnad tillsyn sker i nära samarbete med företaget, berörda myndigheter och kommunens räddningstjänst.
- Kostnaden för ammoniakprojektet finansieras inom ramen för: kommun gemensamt - miljöåtgärder 1,5 mkr.

XXXIX.3 Reservation

Eva Johnels (v) reserverade sig mot beslutet.

XXXIX.4 Min kommentar

Protokollet ovan innehåller några förargliga felaktigheter:

1. Länsstyrelsen syftar på avsnitt 5.1 i DNV:s kvalitativa bedömning och inte på något avsnitt i DNV:s kvantitativa riskanalys. Detta leder tyvärr till att det i vissa stycken är oklart vilket beslut som kommunfullmäktige fattade.

2. Beskrivningen av utredningar et c är inte helt korrekt utan följande avsågs

Beställare	Utredning/aktivitet	Utförare
Tjörns kommun	Säkring mot ammoniak (980522)	JNN
Räddningsverket	Riskanalys (9811)	DNV
Tjörns kommun	Förslag till ombyggnad av kylanläggning för att minska risken för ammoniakutsläpp (981105)	ÅF-RNK
JNN (eget initiativ)	Säkring mot ammoniakutsläpp (981102)	JNN
Tjörns kommun	Kvalitativ bedömning av förslag till säkerhetshöjande åtgärder för Skärhamns Frys (990112)	DNV
Länsstyrelsen och Räddningsverket	Utsläpp av köldmedium ammoniak NH3 (990301)	ÅF-RNK

XL. Inspektionsrapport från Livsmedelsverket till Tjörns kommun 21/6 1999

Rådgivande inspektion vid företaget Skärhamns Frys AB i Skärhamn den 15 juni 1999

Närvarande:	Erling Fransson	Skärhamns Frys AB
	Pontus Elvinson	SLV
	Katarina Andersson	Tjörns kommun

Syfte: bistå kommunen att bedöma vilka möjligheter företaget har, efter de omfattande skador som branden åsamkat, att fortsätta verksamheten i nya och gamla lokaler. Diskutera med företaget hur branden påverkar tidsplanen för granskningsärende om ombyggnad och renovering av företagets lokaler. Verksamheten berörs i huvudsak av bestämmelserna i kungörelserna med föreskrifter och allmänna råd om hantering av fiskvaror (SLV FS 1994:2; senaste ändring 1997:14) och om livsmedelslokaler (SLV FS 1996:6).

XL.1 Lokaler

XL.1.1 Fastigheten Nötsäter 1:299

Fastigheten har fått omfattande skador. Maskinrum, torkar, rum för brättpåläggning, kyl och frys har klarat sig från branden. Företaget önskar fortsätta driften i dessa lokaler men även använda andra lokaler för lagring av torkad vara och filéing i andra lokaler (Tubberöd 1:215 och Tubberöd 1:201). Enligt företaget är det möjligt att färdigställa anläggningen igen till slutet av september. De utbrända delarna av byggnaden måste troligtvis tas bort helt. Detta kan leda till att man använder en annorlunda planlösning än den som redovisats för Livsmedelsverket.

XL.1.2 Fastigheten Tubberöd 1:215

Fastigheten rymmer kontor på övervåning och gammal bearbetningslokal med tillhörande moderniserat kylrum på nedervåning. Kylrummet är i gott

skick. I tillhörande transportgång och förrum lagras olika föremål som ej har med livsmedelsverksamhet att göra t ex fritidsbåtar. Vid inspektionen förvarades torkad fisk i kylrummet.

XL.1.3 Fastigheten Tubberöd 1:201

Gammal ej renoverad lokal för filéing av fisk med tillhörande rum för packning, omklädning och kyl. Företaget önskar flytta utrustning för filéing till denna lokal och använda kylrummet för lagring av färsk fisk. Vid besöket fanns en filéingsmaskin redan överflyttad. I delar av filéingsrummet lagras även träpallar och lutningskar. Golv, väggar och tak har vissa brister i underhåll, bl a har färgen flagnat på ett flertal ställen på väggarna. I kylen är väggarna sönderkörda på ett flertal ställen med träreglar och isolering (mineralfull) fullt synlig. I kylen lagras ett parti isad långa i frigolitlådor.

XL.2 Varulager

Vid branden pågick torkning av långa i torkarna (3 st), delar av denna fisk kan ha fått rökskador. Utvärdering genom sensorisk kontroll av dessa varor skall göras av livsmedelslaboratorium (SIK). I varukyl lagras följande kvantiteter:
25 ton långa isad i vattenkar

10 ton filé av långa

15 ton isad långa i frigolitlådor

Vid inspektionen var fisken ca 14 dagar gammal. Färskheten hos delar av partiet kan ifrågasättas. Det är tveksamt om denna vara förutom den som var isad i lådor kan användas som råvara när filéing och torkning kommer att återupptas (filéing dröjer ytterligare 1 - 2 dagar). Eftersom varulagret har utsatts för viss rökexponering har prover även härifrån skickats in för en sensorisk kontroll.

Bedömning av förutsättningar för fortsatt drift och användande av varulager.

Den nuvarande driften bör kunna fortgå tillfälligtvis i de redovisade lokalerna. I delar av lokalerna som skall tas i bruk lagras trämaterial som bör avlägsnas. Kylen i fastigheten Tubberöd 1:201 bör ej användas som lagringsplats för livsmedel i dess nuvarande skick. Erforderliga utrymme finns dessutom redan i frysen på fastigheten Nötsäter.
Beträffande varulagret bör användning av den torkade produkten bero av utlåtandet efter den sensoriska kontrollen. För den färska fisken bör avgörandet om vidare bearbetning och beredning av denna baseras dels på utlåtande om eventuell rökluft efter den sensoriska kontrollen dels på en bedömning av färskheten före filéing och torkning. Saluförbud bör utfärdas för de partier som kan anses vara otjänliga.
Pontus Elvingson

Statsinspektör

XLI. Begäran om fristående expertis för utvärdering av projekterade säkerhetshöjande åtgärder kring ammoniakhanteringen vid Skärhamns Frys AB, Tjörns kommun, skrivelse från räddningstjänsten till projektgruppen för "ammoniakprojektet" 9/9 1999

I kommunfullmäktiges (KF) beslut i fråga om ammoniakprojektet, 990607 § 91, beslutades att vidtaga åtgärder vid anläggningen som tillgodoser skäliga krav på säkerhet enligt detaljplanens villkor. KF konstaterar samtidigt att det är viktigt att anlägga en helhetssyn på frågan om säkerhet såväl vid anläggningen som i dess närhet.

Med anledning av ovanstående noteras i beslutet att det är angeläget att det fortsatta arbetet med bl a förprojektering sker i nära samarbete med företag, berörda myndigheter och kommunens räddningstjänst. Ramen för förprojekteringsgruppens arbete är alltså att projektera en anläggning som uppfyller detaljplanens villkor.

Anläggningen är klassificerad enligt räddningstjänstlagen (RÄL) som en § 43 anläggning. Vid projektering av ammoniakanläggning eller ombyggnad osv skall enligt räddningstjänstförordningen (RÄF) § 66 B riskerna analyseras. Bestämmelsen är kopplad till RÄL § 43. Den beslutade tekniska lösningen, skorstensalternativet, är ej analyserad utan grundar sig på en bedömning. För att få ett underlag på att projekterad anläggning uppfyller samhällets krav på säkerhet bör expertis, fristående från projekteringsgruppen, utvärdera om resultaten uppfyller ramarna för projektet.

FOA är kunskapsbärare och besitter såväl den samlade kompetensen som spetskompetensen, på området. Med anledning av ovanstående begär räddningstjänsten att fristående expertis från FOA anlitas för att utvärdera förprojekteringens resultat.

För kännedom: räddningsnämnden Tjörns kommun, länsstyrelsen V Götaland, Lennart Olofsson, Räddningsverket, Mattias Strömgren.

XLII. "Ammoniakprojektet" - skrivelse från Tjörns räddningstjänst ang "Begäran om fristående expertis för utvärdering av projekterade säkerhetshöjande åtgärder kring ammoniakhanteringen vid Skärhamns Frys AB, Tjörns kommun, skrivelse från kommunchefen till kommunstyrelsen/räddningsnämnden 7/10 1999

Rubricerade skrivelse har sänts till projektgruppen för "ammoniakprojektet" samt för kännedom till bl a räddningsnämnden Tjörns kommun.

I skrivelsen anser räddningstjänsten att "Den beslutade tekniska lösningen, skorstensalternativet, är ej analyserad utan grundar sig på en bedömning. För att få ett underlag på att projekterad anläggning uppfyller samhällets krav på säkerhet bör expertis, fristående från projekteringsgruppen, utvärdera om resultaten uppfyller ramarna för projektet. FOA är kunskapsbärare och besitter såväl den samlade kompetensen som spetskompetensen, på området. Med anledning av ovanstående begär räddningstjänsten att fristående expertis från FOA anlitas för att utvärdera förprojekteringens resultat."

XLII.1 Bedömning

Ett mycket omfattande utrednings- och analyseringsarbete genomfördes under perioden juni-98 - februari -99. I detta arbete deltog i stort sett samtlig svensk expertis - myndigheter, organisationer och det berörda företaget - inom "ammoniakområdet" Detta utredningsmaterial utgjorde underlag för länsstyrelsens och Räddningsverkets bedömning av de säkerhetsåtgärder som behövs för att uppfylla detaljplanens villkor när det gäller säkerhet i området.

Utifrån denna skrivelse beslutade KF 990607 att uppdra åt kommunstyrelsen att genomföra förslaget som innebär att ammoniakbärande delar byggs in och vid eventuella utsläpp ventileras ut genom en hög skorsten.
Det nu pågående projekteringsarbetet utgår i sin helhet från KF:s beslut och länsstyrelsens skrivelse. Allt detta sker i nära samarbete med företaget, berörda myndigheter och kommunens räddningstjänst.

Efter upphandling har kommunen uppdragit åt ÅF-RNK AB att genomföra projekteringsarbetet. Konsultföretaget har mångårig erfarenhet och kompetens inom "ammoniakområdet" och är väl insatt i de lokala förhållandena vid Skärhamns Frys AB.

Tillsammans med tidigare analyser och den här beskrivna projekteringspro-

cessen bör detta väl tillgodose skäliga krav på projekteringens resultat avseende säkerhetshöjande åtgärder kring ammoniakanläggningen vid Skärhamns Frys.

Förslag till beslut:

Mot bakgrund av ovan nämnda föreslås kommunstyrelsen/ räddningsnämnden besluta:

att räddningstjänsten verkar i enlighet med KF:s beslut 990607 och länsstyrelsens skrivelse 990416 ("Säkerhetshöjande åtgärder kring ammoniakhanteringen vid Skärhamns Frys AB, Tjörns kommun") dvs att räddningstjänsten skall godta länsstyrelsens och Räddningsverkets bedömning som inriktning för det fortsatta arbetet med "ammoniakprojektet" samt att inte genomföra någon ytterligare utvärdering av de projekterade säkerhetshöjande åtgärderna - utöver den löpande utvärdering som sker i projekteringsprocessen tillsammans med berörda myndigheter och företaget.

XLIII. Yrkesinspektionens minnesanteckningar från besök hos Skärhamns Frys 7/10 1999

Ärende: uppföljning av föreläggande där YI ställer 5 krav som skall vara utförda senast den 30 augusti -99.

Vid besöket framkom det att företaget drabbades av en större brand v 23 - 99 varigenom verksamheten låg nere i 14 dagar. Under denna tid flyttade företaget maskinutrustning för att komma igång med produktionen. Runt den 20 juli tog företaget beslut om att bygga ut verksamheten med ytterligare 2 ggr 800 kvm. Produktionslokal skall ligga i bottenplan och kontor och matsalar i övre plan. Dessutom skall det byggas 210 kvm kylrumsyta. Tjörns kommun har tagit beslut om att företaget inte får släppa ut ammoniak i luften över en bestämd nivå. Detta innebär att företaget måste bygga om sitt fryssystem. Detta skall också företaget göra då kommunen har ställt upp med finansiering för att uppnå miljökraven mot den yttre miljön. Skärhamns Frys är utsedd att bli en pilotanläggning för frysanläggningar i tät miljö. Anläggningens kylmaskineri kan endast byggas om under januari-februari på grund av produktionen. Ombyggnaden planeras därför äga rum då. Anläggningen skall vara klar i sin helhet den 1/5 2000.

Vid besöket konstaterades följande beträffande våra kravpunkter:

1. Utfört
2. Ej utfört
3. Delvis utfört (dvs för de delar som skall vara kvar efter ombyggnad)
4. Utfört
5. Ej utfört

Min bedömning är att vi skall följa upp ärendet med en ny underrättelse

där vi kräver åtgärder på de punkter som ej är utförda. Vidare bör vi även ställa krav på att komplettera punkt 3 mot den nya anläggningens system efter ombyggnad.
Om YI-nämnden skall pröva vitets utdömande, så finns det förmildrande omständigheter att inte döma ut något vite p g a av brand osv. Min bedömning är dock att vi bör markera att YI menar allvar när den skriver sina förelägganden. Företaget borde åtminstone ha tagit fram skriftliga rutiner för hur personalen skall agera vid ett gaslarm. Min bedömning är att ett vite på 10.000 kr kan vara en lämplig påtryckning.
Olle Clarin
12/10 - 99

XLIV. Skrivelse från yrkesinspektionen till Skärhamns Frys AB 12/10 1999

Underrättelse om eventuellt föreläggande enligt 7 kap 7 § arbetsmiljölagen
Yrkesinspektionen har i föreläggande 1999-02-16 ålagt Er att vid vite åtgärda brister i arbetsmiljön. Vid uppföljning av ärendet den 7 oktober 1999 så konstaterades att Ni inte har undanröjt samtliga brister.

Yrkesinspektionen överväger därför att med stöd av 7 kap 7 § arbetsmiljölagen förelägga Er att senast 30 april 2000 vidta följande åtgärder.

1. Ni skall upprätta skriftliga rutiner för hur Er personal skall agera vid ett gaslarm.
2. Ni skall upprätta en tidsplanerad åtgärdsplan för övriga aktuella brister som uppdagats under flik 8 (se I Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen, min anm) i Er riskanalys daterad 1998-04-15.
3. Ni skall upprätta aktuella (efter ombyggnad) skriftliga rutiner för anläggningens handhavande vid drift, underhåll och avställning

I beslut om föreläggande kan Yrkesinspektionen sätta ut vite.

Ni bereds tillfälle att yttra Er i ärendet inom två veckor från det att Ni har fått del av denna underrättelse. Även om Ni inte kommer in med något yttrande kommer Yrkesinspektionen att fatta beslut i ärendet.
Om Ni genast åtgärdar bristerna och underrättar Yrkesinspektionen om det, undviker Ni ett föreläggande.
Mårten Holmström
Tillsynsdirektör
Olle Clarin
Yrkesinspektör

XLV. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen Tjörns kommun 14/10 1999

KS § 214

XLV.1 "Ammoniakprojektet" - skrivelse från Tjörns räddningstjänst

XLV.2 Ärendebeskrivning

Rubricerade skrivelse har sänts till Projektgruppen för "ammoniakprojektet" samt för kännedom till bl a Räddningsnämnden, Tjörns kommun.
I skrivelsen anser räddningstjänsten att "Den beslutade tekniska lösningen, skorstensalternativet, är ej analyserad utan grundar sig på en bedömning. För att få ett underlag på att projekterad anläggning uppfyller samhällets krav på säkerhet bör expertis, fristående från projekteringsgruppen, utvärdera om resultaten uppfyller ramarna för projektet.

FOA är kunskapsbärare och besitter såväl den samlade kompetensen som spetskompetensen, på området. Med anledning av ovanstående begär räddningstjänsten att fristående expertis från FOA anlitas för att utvärdera förprojekteringens resultat."

XLV.3 Beredning

Kommunchefen Ingemar Karlsson har i tjänsteskrivelse, 991007, redovisat sin bedömning av hanteringen av projektet samt lämnat förslag till beslut.

XLV.4 Jäv

Bo Bertelsen (ka) anmälde jäv och deltog därför inte i vare sig handläggningen eller beslutet i ärendet.
Räddningschefen Håkan Bergstam och vice räddningschef Hasse Wikberg informerade i ärendet.

Kommunstyrelsens, i egenskap av räddningsnämnd, beslut:
Kommunstyrelsen beslutar att räddningstjänsten verkar i enlighet med KF:s beslut 990607 och Länsstyrelsens skrivelse 990416 ("Säkerhetshöjande åtgärder kring ammoniakhanteringen vid Skärhamns Frys AB, Tjörns kommun") dvs att räddningstjänsten skall godta Länsstyrelsens och Räddningsverkets bedömning som inriktning för det fortsatta arbetet med "ammoniakprojektet" samt att inte genomföra någon ytterligare utvärdering av de projekterade säkerhetshöjande åtgärderna - utöver den löpande utvärdering som sker i projekteringsprocessen tillsammans med berörda myndigheter och företaget.

XLVI. Skärhamns Frys AB - Miljöprojekt - Ombyggnad av kyl- och frysanläggning, ÅF-RNK 4/11 1999

XLVI.1 Förutsättningar

Denna beskrivning sammanfattar i korthet föreslagna och projekterade tekniska åtgärder i och kring befintlig kyl- och frysanläggning inom Skärhamns Frys AB och presenterar en kostnadskalkyl för dessa åtgärder.
De tekniska åtgärderna syftar främst till att minska risken för omgivningen enligt punkt A och C i genomförandebeskrivning i antagen detaljplan.
Åtgärderna kan indelas enligt följande:

1. Åtgärder som syftar till att uppfylla för anläggningen idag gällande krav för ammoniakanläggningar enligt Svensk Kylnorm (SKN) och däri åberopade gällande bestämmelser och föreskrifter samt övriga myndighetsföreskrifter. Dessa åtgärder kan helt anses ingå i åtagande som åvilar Skärhamns Frys AB och motsvarar i huvudsak innehållet i punkt A i genomförandeplanen.
2. Åtgärder som delvis kan anses ingå i Skärhamns Frys AB:s åtagande och delvis härrör från tilläggskrav dvs krav som ställs utöver gällande krav på kylanläggningar, främst enligt SKN. Exempel på detta är åtgärder som normalt skulle ingå under punkt 1 men som påverkas av åtgärder enligt tilläggskrav under punkt 3 nedan.
3. Åtgärder som helt härrör från yttre tilläggskrav och ej kan anses ingå i Skärhamns Frys AB:s åtagande. Detta berör i huvudsak åtgärder utöver gällande krav och föreskrifter, främst enligt SKN. Åtgärderna motsvarar i huvudsak innehållet i punkten C i genomförandeplanen.

XLVI.2 Beskrivning av åtgärder

XLVI.2.1 Allmänt

De åtgärder, som beskrivs indelade enligt de tre punkterna ovan, är i genomförandeplanen kompletterade med ett steg B vilket innefattar åtgärder som åvilar Tjörns kommun enligt beslut i kommunfullmäktige 1998-05-28.
Nedan följer en kort beskrivning av åtgärderna enligt den tredelade inledningen ovan:

1. Nödvändiga och/eller lagstadgade åtgärder. Dessa ingår i Skärhamns Frys AB:s åtagande

Kylmaskinrum och anläggning byggs om så att kraven i SKN för dylika anläggningar uppfylls. Detta sker genom att:

- Dörrar till maskinrum byts ut och kompletteras till brandsäkra och självstängande.

- Kylmaskinrummet byggs om så att det blir brandsäkert.
- Skåp för skyddsutrustning, andningsskydd et c för ammoniak installeras.
- Brandsläckningsutrustning såsom brandsläckare installeras.
- Komplettering med nödstoppsknappar för kompressorer vid dörrar vidtages.
- Komplettering med förbudsskyltar för obehöriga, varselmärkning och övrig märkning enligt gällande föreskrifter vidtages.
- Komplettering med gasvarningsutrustning innefattande larm till bemannad central eller motsvarande och direkt till lokal räddningstjänst samt omgivningslarm/utrymningslarm via tyfoner vidtages.
- Komplettering med ex-klassad belysning i maskinrum vidtages.
- Utbildning av driftspersonal äger rum och en utrymningsplan upprättas samt att samövningar med räddningstjänsten sker.
- Tryckbärande anordning återkommande kontrolleras enligt SKN. Enligt gällande bestämmelser åvilar det anläggningsägaren att årligen låta utföra sådan kontroll. En sådan kontroll bör enligt SKN även innefatta en kontroll av gällande instruktioner avseende ammoniaksäkerhet.

2. Åtgärder som delvis kan anses ingå i Skärhamns Frys åtagande och delvis påverkas av tilläggskrav.

- Upprättande av flödesschema som inplastat placeras i kylmaskinrum.
- Komplettering med omkopplare för manuell start av katastrofventilation.
- Märkning av komponenter.
- Fullständiga drift- och underhållsinstruktioner för hela den ombyggda anläggningen.
- Utförande av elanläggning (enligt gällande starkströmsföreskrifter och strömlöst vid högnivålarm från gasvarnare) i enlighet med krav i SKN 7.10, 8.5 - 8.6. Detta erfordrar ombyggnad av befintlig elcentral.

3. Åtgärder p g a tilläggskrav. Kan ej anses ingå i Skärhamns Frys åtagande.

- Förbättrad ventilation av kylmaskinrum (och av separat inbyggnad av ammoniakkomponenter på yttertak) med ny grundventilation innefattande integrerad samstyrning med nödventilation och normenliga flöden vilket ger bättre luftfördelning än tidigare. Detta innebär bättre förhållanden för driftpersonal och säkrare ventilation med bättre utspädning vid nödventilering till omgivning.
- Komplettering av nödventilationsfunktion med separat överluftspjäll för evakuering av produktionslokal 121 som öppnas om gaslarm i rum 121 föreligger (spjäll blockeras i stängt läge av branddetektor i samma rum). Det innebär mindre risk för personal i produktionsutrymme och minskar risk för utsläpp till omgivning.
- Flöden för nödventilation utöver normenlig mängd och uppförande av ny frånluftsskorsten som uppdrages ca 15 m över yttertak för bättre utspädning av eventuella större ammoniakutsläpp via ventilation av utrymmen eller utsläpp genom utlösta säkerhetsventiler. Detta sker genom kallvattendysor och hög hastighet i utlopp, ca 15 m/s, se ritning V55-04.

- Ombyggnad av befintliga köldmediesystem för kyl- och frysobjekt enligt följande:
  - Systemen uppdelas på två helt separata köldmediesystem. Detta minskar risken för att stora mängder ammoniak släpps ut vid ett läckage på ett av systemen, se ritning V55-01, V55-02.
  - Ombyggnad till indirekt kylmedelssystem med samma kapacitet som befintliga systems kondensoreffekt och med minskning av total köldmediemängd med mellan 300 - 400 kg och flyttning av viss ammoniakmängd till kylmaskinrum. På yttertaket utbytes 2 st evaporativa kondensorer innehållande ammoniak mot ett kyltorn (öppet kylsystem med vatten) alternativt mot 2 eller 3 kylmedelskylare (slutet system med glykol), se ritning V55-03, V55-21.
  - Installation av automatiska sektioneringsventiler i rörledningar mellan kylmaskinrum och produktionslokaler. Detta innebär att tillflödet av ammoniak i vätskeform vid läckage och utlöst gaslarm från lågtryckssida vid plattfrysanläggning i rum 121 kommer att hindras genom att ventiler stängs och köldmediepumpar stoppas, se ritning V55-01.
- Inbyggnad av befintliga utomhusplacerade vätskeavskiljare (2 st) med prefabricerade isolerelement. Utrymmet förses med täta dörrar och kompletteras med ventilation och köldmedielarm samt med anslutning av ventilationskanal och urladdningsledning till frånluftsskorsten. Detta innebär att eventuella utsläpp även inom detta utrymme ventileras via skorsten, se ritning V55-12, V55-21.
- Installation av gaslarmsystem med utökat antal detektorer och med utökade funktioner beträffande styrning av ventilation av sektioneringsventiler.
- Egenprovning: samordnad driftprovning av hela ombyggda systemet med skriftlig dokumentation.
- Revisionsbesiktning och installationskontroll enligt AFS av hela den berörda anläggningen utförd av ackrediterat kontrollorgan i trepartsställning (ÅF-kontroll, SAQ eller motsvarande).
- Slutbesiktning av utförd entreprenad med kontroll av prestanda, funktioner m m.

XLVI.3 Bedömning av åtgärdsförslag enligt projektet

Genomförandet av samtliga åtgärder enligt ovan innebär sammantaget, enligt vår bedömning, att riskerna för skadliga utsläpp kan minska väsentligt.

I jämförande anläggningar med exempelvis isbanor med större ammoniakfyllningar belägna i relativt publika områden har delar av de ovan beskrivna åtgärderna för tilläggskrav vidtagits men ofta i betydligt mindre omfattning än som här blir fallet.

XLVI.4 Kostnadskalkyl

XLVI.4.1 Förutsättningar

Kalkylen följer i sammanfattningen tidigare gjord uppdelning av åtgärderna enligt följande:

1. kan anses helt ingå i Skärhamns Frys åtagande.
2. kan anses delvis ingå i Skärhamns Frys åtagande och delvis härröra från tilläggskrav.
3. kan ej anses nå i Skärhamns Frys åtagande utan enbart härröra från tilläggskrav.

Alla kostnader är redovisade exklusive moms.
Kalkylnoggrannhet = ± 10%.

XLVI.5 Kostnader

XLVI.5.1 Allmänt

I redovisningen nedan har i specifikationer till kalkylen (bilaga 1:1 - bilaga 1:3) antagits att under punkt 2 redovisade kostnader fördelas lika mellan punkterna 1 och 3 och redovisats som "Tillägg punkt 2" för respektive sammanställning.

1. Kylmaskinrum och anläggning byggs om så att krav i SKN uppfylls.
   Kostnad för åtgärder ca 100 kkr enligt specifikation i bilaga 1:1.
2. Kostnad för åtgärder ca 150 kkr enligt specifikation i bilaga 1:2.
3. Kostnad för åtgärder i intervallet 2.100 kkr - 2.500 kkr enligt specifikation i bilaga 1:3.

Kostnaden under punkt 3 är avhängig av om en öppen eller sluten lösning väljs.

I förfrågan begärs båda systemen in med öppet system som huvudalternativ.

XLVI.6 Kostnadskalkyl - sammanfattning

Om kostnader enligt punkt 2 ovan antas fördelas lika mellan punkt 1 och 3 dvs mellan Skärhamns Frys AB och Tjörns kommun, så innebär det en investeringskostnad för tekniska åtgärder enligt punkt C i beslutade åtgärdsplan på mellan 2.100 kkr och 2.500 kkr avrundat och beroende på valt alternativ.

XLVI.7 Tidplan

Förprojektering avslutad 991103

Förfrågan skickas ut 991104

Anbudstid 991104 - 991125

Upphandling 991125 - 991201

Entreprenadtid etapp I (kylteknisk ombyggnad) 991201 - 000228

Entreprenadtid etapp II (ventilation, skorsten) 991201 - 000430

Kontroll, samövning, information m m

Projektets avslutande 000531

XLVII. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen Tjörns kommun 18/11 1999

KS § 236

XLVII.1 Miljöprojektet "Ombyggnad av kyl- och frysanläggning"- Skärhamns Frys

XLVII.1 Ärendebeskrivning

Jan Spånslätt, projektledare för projektet, presenterade projektbeskrivning, kalkyl och förslag till avtal mellan Skärhamns Frys AB och Tjörns kommun.

XLVII.2 Tidigare behandling

Arbetsutskottets beslut, 1999-11-04, § 210.

XLVII.3 Jäv

Bo Bertelsen anmäler jäv och deltar inte i behandlingen av detta ärende.

XLVII.4 Kommunstyrelsens beslut

1. Kommunstyrelsen godkänner "miljöprojektet - ombyggnad av kyl- och frysanläggning", daterat 4 november 1999
2. Kommunen delegerar till arbetsutskottet att godkänna avtal mellan Tjörns kommun och Skärhamns Frys AB som reglerar kommunens respektive Skärhamns Frys AB:s åtaganden i miljöprojektet.

XLVII.5 Reservation

Gösta Andersson (sb) reserverade sig mot beslutet.

XLVIII. Miljöombyggnad av Skärhamns Frys, förslag från SB Kylteknik AB 1/12 1999

XLVIII.1 Alternativ ombyggnad av kylsystem

Detta förslag till ombyggnad av kylsystem hos Skärhamns Frys AB är gjort med hänsyn till en optimal minskning av ammoniakmängden i kylanläggningen. Vi har valt att utarbeta detta förslag då det förefaller vara lämpligare

att minska mängden än att försöka minska riskerna vid eventuella läckage. Genom att radikalt ompröva anläggningens förutsättningar och behov har vi kommit fram till följande förslag.

1. Torkanläggningen byggs om till ett eget system utan sammankoppling med plattfrysanläggningen. Kylanläggningen förses med en plattväxlar kondensor ansluten till ett kylmediesystem, en ny vätskeavskiljare placerad i maskinrum i direkt anslutning till förångare samt en hög trycksflottör placerad i maskinrum. Komponenternas volym och antal är minimerade och rörledningarna kortast möjliga utan att anläggning ens funktion påverkas. Samtliga anläggningskomponenter innehållande ammoniak är placerade i maskinrummet. Säkerhetsventilerna, 4 st, är placerade i maskinrummet och utloppsledningen är försedd med ammoniaksensor som larmar vid eventuella läckage.

Total fyllnadsmängd efter ombyggnad: 85 kg.

Tidigare fyllnadsmängd: 2.500 kg.

Tidigare förslag till ombyggnad har inte medfört några större förändringar i fyllnadsmängden.

XLVIII.2 Plattfrys

Plattfrysanläggningens ammoniaksystem skrotas i sin helhet och samtliga detaljer innehållande ammoniak demonteras. Kylanläggningen ersätts med ett indirekt system med R404A som köldmedium. En recirkulerad köldbärare kyler plattfrysaren. Avfrostning sker med hjälp av en eluppvärmning av köldbäraren. Infrysnings- och avfrostningstider blir något längre. Bifogat kommentarer från tillverkaren av plattfrysar i England, Jackstone i Grimsby, där man inte kan se några olägenheter med en köldbärarbaserad anläggning.

XLVIII.3 Styrning och övervakning

Anläggningen förses med ett erforderligt antal sensorer i alla utrymmen innehållande ammoniak: maskinrum, maskinrumsventilation och urladdningsledning. Ammoniaklarm ansluts till modem för uppringning till ansvarig personal. Styrning av anläggning PLC-baseras för att möjliggöra fjärrövervakning via modem.
Min not. R404A är en sammansättning av följande ämnen: R125 (CF3CHF2, 44%), R143a (CF3CH3, 52%) och R134a (CF3CH2F, 4%).
Det har hög växthuseffekt, Gwp 3.260, är uppmärksammat i Kyotoprotokollet och kommer att behandlas i regeringens kommande klimatproposition. Om och när det kommer att fasas ut är ännu inte bestämt (tel samtal med Per Rosenqvist miljödepartementet 26/2 2001).

XLIX. Skärhamns Frys AB får ett föreläggande från yrkesinspektionen 7/12 1999

XLIX.1 Föreläggande enligt 7 kap 7 § arbetsmiljölagen med vite

XLIX.1.1 Beslut

Yrkesinspektionen förelägger Er med stöd av 7 kap 7 § arbetsmiljölagen vid vite av 10.000 kr per punkt att senast den 30 april 2000 vidta följande åtgärder.

1. Ni skall upprätta skriftliga rutiner för hur Er personal skall agera vid ett gaslarm.
2. Ni skall upprätta en tidsplanerad åtgärdsplan för de övriga brister som uppdagats under flik 8 (se I Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen, min anm.) i Er riskanalys daterad den 15 april 1998.
3. Ni skall upprätta aktuella (efter ombyggnad) skriftliga rutiner för anläggningens handhavande vid drift, underhåll och avställning.

XLIX.1.2 Aktuella bestämmelser

12 - 14 och 17 - 18 §§ Arbetarskyddstyrelsens föreskrifter (AFS 1996:6) om Internkontroll
3, 4, 6, 8 och 10 §§ Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1997:7) om Gaser
4, 5, 25 och 26 §§ Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1994:2) om Farliga ämnen

XLIX.1.3 Bakgrund

Yrkesinspektionen förelade bolaget i beslut den 16 februari 1999 vissa arbetsmiljöförbättrande åtgärder vad gällde gashanteringen vid Er anläggning i Skärhamn. Åtgärdena skulle vara åtgärdade senast den 30 augusti 1999. Ni drabbades av en brand v 23 -99. Verksamheten låg nere under fjorton dagar. I samband med branden tog Ni beslut om att bygga ut verksamheten med ca 800 kvm. Tjörns kommun har tagit beslut om att företaget inte får släppa ut ammoniak i luften över en viss bestämd nivå. Detta innebär att företaget måste bygga om sitt frysrum. Med kommunala insatser skall Ert företag bli en pilotanläggning för frysanläggningar i s k tät miljö. Detta innebär att Er frysanläggning tekniskt sett kommer att uppfylla kraven på såväl yttre som inre miljö. Yrkesinspektionen tar därför tillbaka vissa av sina tidigare krav. Däremot kvarstår vissa andra arbetsmiljöproblem bl a identifierade i Er egen riskanalys av den 15 april 1998 men även rutiner för hur Er personal skall agera vid ett gaslarm. I och med Er nybyggnation förändras kraven på rutiner för anläggningens handhavande vid drift, underhåll och avställning. Nya sådana rutiner måste - ur arbetsmiljösynpunkt - upprättas.

Ni har, i underrättelse enligt 17 § förvaltningslagen, fått tillfälle att slutligt yttra Er i ärendet.

Ni har inte yttrat Er i ärendet.

Med hänsyn till driftens farlighet anser Yrkesinspektionen det nödvändigt att förelägga Er att vidta krävda åtgärder för att säkerställa goda arbetsmiljöförhållanden som förebygger ohälsa och olycksfall. Föreläggandet bör förenas med ett vite som kan bestämmas till skäligt belopp, 10.000 kr per punkt.

XLIX.1.4 Upplysningar

Beslutet har fattats av tillsynsdirektören Mårten Holmström samt nämnd ledamötena Roland Myrenius, Gunilla Niklasson, Göran Karlsson, Stig Andreassson och Bo Swanér. Föredragande har varit Olle Clarin.
Om Ni inte följer föreläggandet kan detta medföra att Yrkesinspektionen ansöker hos Länsrätten om att vitet döms ut.

Så snart föreskrivna åtgärder har utförts bör Ni underrätta Yrkesinspektionen.

XLIX.1.5 Hur man överklagar

Detta beslut kan överklagas hos Arbetarskyddsstyrelsen. Överklagandet skall göras skriftligt. Det skall skickas eller lämnas till Yrkesinspektionen i Göteborgs distrikt, Rosenlundsgatan 8, Box 2555, 403 17 Göteborg. Överklagandet måste komma till Yrkesinspektionen inom tre veckor från den dag då den som överklagar fick del av beslutet. I skrivelsen skall anges vilket beslut som överklagas och vilken ändring som önskas i detta.
Mårten Holmström

Tillsynsdirektör

L. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsens arbetsutskott Tjörns kommun 9/12 1999

KS AU § 238

L.1 Miljöprojektet "Ombyggnad av kyl- och frysanläggning"- Skärhamns Frys

L.1.1 Ärendebeskrivning

Kommunstyrelsen beslutade 1999-11-18 § 236 att godkänna "miljöprojekt - ombyggnad av kyl- och frysanläggning", daterat 4 november 1999.
Vidare att delegera till arbetsutskottet att godkänna avtal mellan Tjörns kommun och Skärhamns Frys AB som reglerar kommunens respektive Skärhamns Frys AB:s åtaganden i miljöprojektet.

L.1.2 Tidigare behandling

Arbetsutskottets beslut 1999-11-04 § 210
Kommunstyrelsens beslut 1999-11-18 § 236.
Arbetsutskottets beslut:
Arbetsutskottet godkänner avtal mellan Tjörns kommun och Skärhamns Frys AB som reglerar kommunens respektive Skärhamns Frys AB:s åtaganden inom miljöprojektet. Kommunens totala bidrag till förbättring av personskyddet - enligt villkoret i detaljplanen - uppgår till 3.114.000 kr. Arbetsutskottet föreslår kommunstyrelsen att i budgetförslaget till kommunfullmäktige omdisponera 600.000 kr från "kommungemensamma kostnader, utvecklingsprojekt" till kontot "miljöprojekt", kommungemensamma kostnader som därefter kommer att uppgå till 3.114.000 kr.

LI. Skrivelse från Skärhamns Frys AB till yrkesinspektionen 16/4 2000

Inkommer härmed med svar på Ert beslut gällande föreläggande enligt 7 kap 7 § med vite, 1999-12-07.
Beslutet gäller 3 st punkter som beskrivs nedan.

1. Skriftliga rutiner för hur vår personal skall agera i händelse av ett gaslarm (ammoniak) är upprättade och placerade i vår interna arbetsmiljöpärm. Kopia av detta dokument skickas med såsom särskild bilaga.
2. Många av de punkter som är upprättade under flik 8 (se I Förslag till riskreducerande åtgärder i anläggningen, min anm) i vår egen riskanalys är gjorda. En del andra punkter har vi ännu ej gjort med hänsyn till projektets slutliga lösning, samt att en del punkter helt enkelt ej kan utföras förrän projektet är helt färdigställt, vilket beräknas ske i slutet av juni detta år.

Det råder också osäkerhet i dagsläget om huruvida anläggningen skall klassas som en § 43 anläggning eller inte. Detta p g a att ammoniakmängden har reducerats från 2.500 kg ner till i dagsläget 90 kg. Den myndighet som avgör huruvida en anläggning är att anses som en § 43 anläggning är räddningstjänsten i kommunen. Räddningstjänsten i Tjörns kommun är kontaktad i denna fråga och vi väntar på dess ställningstagande. Är det så att anläggningen ej kan betraktas som en § 43 anläggning så faller en del punkter under flik 8.

Föreslår därför att vi avvaktar med denna punkt fram till dess att ett ställningstagande har erhållits från räddningstjänsten i Tjörn kommun.

Jag kan dock med säkerhet här säga att alla i ett senare skede överenskomna punkter under flik 8 skall vara färdigställda före årsskiftet.

3. När hela projektet är praktiskt färdigställt, vilket som nämnts ovan beräk-

nas ske i slutet av juni detta år, kommer fullständiga drifts- och under hållsinstruktioner att upprättas. Detta i samarbete med projektansvarig kylfirma som också levererat alla maskiner och komponenter. Detta kan komma att ta lite tid men beräknas ändå ha utförts före årsskiftet

Med en vänlig hälsning
Bo Bertelsen

LI.1 Bilaga Skärhamns Frys AB 2000-03-13

Instruktioner och rutiner i händelse av att ammoniakgaslarmet utlöses
I händelse av att detta larm utlöses skall samtliga anställda inom företaget som befinner sig i någon del av hela byggnaden lugnt och stilla omedelbart upphöra med sina sysslor, promenera mot närmaste utgång och samlas på andra sidan gatan vid ingången till polisstationen.
Alla rörelser skall ske lugnt och stilla utan någon som helst panik. Eftersom ammoniak endast finnes i själva maskinrummet till en fyllnadsmängd av endast 90 kg och sensorerna omedelbart reagerar vid ett läckage har man mycket god tid på sig innan en större spridning av ammoniakgas sker inom fabriken. Siste man ut vid respektive utgång stänger dörren eller porten efter sig.

Väl samlade vid polisstationen skall samtliga där invänta ytterligare information från någon ansvarig inom företaget, främst då produktionschefen.

LII. Gällande "miljöprojektet" på Skärhamns Frys AB, skrivelse från Skärhamns Frys till kommunstyrelsen 24/4 2000

Efter många och långa turer, och debatter kring detta projekt så är ändå projektet i sin helhet inne i slutfasen. Hela ombyggnaden beräknas färdigställd i slutet av maj månad. Så som projektet i dag är utformat så föranleder det till en sista och mycket viktig fråga.

Enligt tidigare beslut i kommunstyrelsen och efter samtal med räddningschef Håkan Bergstam så åligger det helt på kommunstyrelsen att avgöra och besluta om ammoniakanläggningen på Skärhamns Frys AB i dagsläget är att betrakta som en § 43-anläggning eller inte. Enligt Bergstam ska det till ytterligare en riskanalys för att detta ska kunna avgöras, men han säger samtidigt att det enbart är kommunstyrelsen som avgör detta. Skärhamns Frys AB har gjort en egen riskanalys till en kostnad på ca 60.000 kr, och Det Norske Veritas har gjort ytterligare en riskanalys till en budgeterad kostnad på 550.000 kr.

Vad visar då dessa riskanalyser? Sammanfattningsvis kan man säga att om det skulle stå en människa på vägen intill företaget, och anläggningen skulle

få en blowout, dvs att hela ammoniakmängden rusar okontrollerat ut i den fria luften så är risken 10.000 upphöjt till -1. Översatt betyder alltså detta att står en människa på denna väg så är risken att dö vid en sådan händelse 1 gång på 10.000 år.

Dessa två riskanalyser är dock gjorda med hänsyn till att ammoniakmängden då var 2.500 kg, samt att det fanns stora mängder i systemet ute på taket. Efter projektets genomförande kommer hela ammoniakmängden endast att befinna sig inne i maskinrummet, och då till en mängd av endast 90 kg, vilket det i dagsläget redan är, dvs 28 gånger mindre mängd än tidigare. Detta torde ge risken att dö eller skadas vid ett utsläpp till lika med noll. Med beaktande av ovan nämnda fakta så är det orimligt att ändå anse denna anläggning såsom en § 43-anläggning. Vi tycker också att tillräckligt med pengar och debatter kring denna fråga nu är nerlagt. Vi har tillsammans, och då framförallt SB Kylteknik AB utformat en mycket tekniskt modern och säker anläggning, som skulle föranleda att lägga ett förlöjligande skimmer över kommunstyrelsen om det ändå beslutades att anläggningen även fortsättningsvis ska betraktas såsom en § 43-anläggning.

Önskar därför att denna fråga tas upp till beredning med det snaraste och då behandlas och komma till beslut på nästa kommunstyrelsemöte i april månad.

LIII. Begärda synpunkter med avseende på brev från Bo Bertelsen, Skärhamns Frys AB, 2000-04-24, skrivelse från räddningstjänsten till kommunstyrelsen 8/5 2000

Tidigare utförda riskanalyser avser den gamla anläggningen innehållande 2.500 kg ammoniak. § 43-beslut grundar sig på dessa analyser.

Ny anläggning innehållande 90 kg har installerats. Huruvida den nya anläggningen fortsatt skall betraktas som en § 43-anläggning kan avgöras först efter värdering av de risker som är förknippade med anläggningen och dess riskkällor.

För beslut om att häva § 43 klassificeringen, krävs att man kan påvisa att konsekvensen som stadgas i § 43 RÄL, "Vid en anläggning där verksamheten innebär fara för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller miljö", ej gäller. Räddningstjänsten har tidigare framfört och menar fortfarande att beslut skall grunda sig på ett väl dokumenterat underlag, vilket för övrigt också lagstiftningen ställer krav på (§ 68 RÄF samt flera AFS).

LIV. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 7/12 2000

KS § 219

Fråga om Skärhamns Frys fortsatta klassning som § 43 anläggning samt slutredovisning/besiktning av miljöprojekt/ammoniak.

LIV.1 Ärendebeskrivning

Skärhamns Frys, Bo Bertelsen, har skrivit till kommunstyrelsen, i egenskap av räddningsnämnd, med anledning av anläggningens klassning som § 43-anläggning.

§ 43 i räddningslagen lyder som följer:
"Vid en anläggning, där verksamheten innebär fara för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön, är anläggningens ägare skyldig att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta erforderliga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador.

Detsamma skall gälla flygplatser som har godkänts enligt 6 kap. 9 § första stycket luftfartslagen (1957:297)."

Bertelsen menar att med de mängder ammoniak som det idag är fråga om är anläggningen inte en § 43-anläggning och att ytterligare riskanalyser än de som redan gjorts är onödiga för att konstatera detta.

Stf räddningschef Hasse Wikberg har yttrat sig över ärendet och menar att huruvida den nya anläggningen fortsatt ska betraktas som en § 43-anläggning kan avgöras först efter värdering av de risker som är förknippade med anläggningen och dess riskkällor. För att häva § 43-klassificeringen krävs att man kan påvisa att konsekvenserna enligt § 43 inte gäller. Ett sådant beslut ska grunda sig på ett väl dokumenterat underlag, vilket för övrigt också lagstiftningen ställer krav på.

Ytterligare skrivelse, 2000-12-07, från Skärhamns Frys har inkommit där man anser att riskanalysen ska genomföras och bekostas av kommunen.

LIV.2 Jäv

Bo Bertelsen anmäler jäv och deltar inte i behandlingen av ärendet.'

LIV.3 Tidigare behandling

Arbetsutskottets beslut 2000-05-18, § 81
Arbetsutskottets beslut 2000-10-26, AU § 166
Kommunstyrelsens beslut:
Ärendet tas upp vid arbetsutskottets sammanträde den 18 december.

LV. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 18/1 2001

KS § 3

Fråga om Skärhamns Frys fortsatta klassning som § 43 anläggning samt slutredovisning/besiktning av miljöprojekt/ammoniak.

LV.1 Ärendebeskrivning

Skärhamns Frys, Bo Bertelsen, har skrivit till kommunstyrelsen, i egenskap av räddningsnämnd, med anledning av anläggningens klassning som § 43-anläggning.

§ 43 i räddningslagen lyder som följer:
"Vid en anläggning, där verksamheten innebär fara för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön, är anläggningens ägare skyldig att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta erforderliga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador.

Detsamma skall gälla flygplatser som har godkänts enligt 6 kap. 9 § första stycket luftfartslagen (1957:297)."

Bertelsen menar att med de mängder ammoniak som det idag är fråga om är anläggningen inte en § 43-anläggning och att ytterligare riskanalyser än de som redan gjorts är onödiga för att konstatera detta.

Stf räddningschef Hasse Wikberg har yttrat sig över ärendet och menar att huruvida den nya anläggningen fortsatt ska betraktas som en § 43-anläggning kan avgöras först efter värdering av de risker som är förknippade med anläggningen och dess riskkällor. För att häva § 43-klassificeringen krävs att man kan påvisa att konsekvenserna enligt § 43 inte gäller. Ett sådant beslut ska grunda sig på ett väl dokumenterat underlag, vilket för övrigt också lagstiftningen ställer krav på.

Ytterligare skrivelse, 2000-12-07, från Skärhamns Frys har inkommit där man anser att riskanalysen ska genomföras och bekostas av kommunen.

LV.2 Tidigare behandling

Arbetsutskottets beslut 2000-05-18, § 81
Arbetsutskottets beslut 2000-10-26, AU § 166
Kommunstyrelsens beslut 2000-12-07, § 219
Arbetsutskottets beslut 2000-12-18, § 207

LV.3 Jäv

Bo Bertelsen (ka) anmäler jäv och deltar inte i behandlingen av ärendet.
Kommunstyrelsens beslut:
Kommunstyrelsen är inte beredd att finansiera den riskanalys som ska genomföras för att kunna häva anläggningens status som § 43-anläggning.

LVI. AJ Risk Engineerings riskanalys, 30/7 2001

LVI.1 Underlag för bedömning av risk från ammoniaksystem, Skärhamns Frys AB, Skärhamn

LVI.1.1 Inledning

Undetecknad har gjort en förenklad riskanalys av nuvarande ammoniak-kylsystem på Skärhamns Frys AB. Den bygger på bedömningar gjorda under besök på företaget. Den relativt stora ammoniakmängden i tidigare kylsystem (2.800 kg) har nu reducerats till storleksordningen 80 kg. Frågan är om denna begränsade mängd utgör en så stor risk för omgivningen att Skärhamns Frys AB skall fortsätta att klassas som en s k § 43-anläggning enligt Räddningstjänstlagen.

LVI.1.2 Val av dimensionerande fall

Som dimensionerande fall för att beräkna konsekvenser brukar man välja fall som ur haverisynpunkt är relativt stora dock inte de allra värsta scenarierna. Man förväntar sig normalt inte att det dimensionerande skadefallet skall uppträda under anläggningens livstid. Ofta utgörs dimensionerande fall av att anslutningar till huvudutrustning havererar, ett typiskt fall gäller en 25 mm-anslutning.. Haverier av själva huvudutrustningen - kärl eller grova rörledningar - brukar sällan betraktas som dimensionerande, om det inte finns speciella skäl till detta. Här finns det ingen anledning att ansätta något sådant som dimensionerande; det finns knappast anledning att ens välja ett haveri av en 25 mm-anslutning som dimensionerande. Med tanke på att det finns så få detaljer som kan gå sönder blir sannolikheten för ett haveri mycket låg kanske i intervallet 1 gång på 1.000 - 10.000 år. Större sannolikhet att få ett utsläpp är det antagligen genom någon form av mänskligt misstag, även om något påtagligt sådant fall inte identifierats. Utsläpp genom en säkerhetsventil får anses vara tillräckligt litet för att ej ge upphov till farliga koncentrationer.

LVI.1.3 Ammoniakkoncentrationer från dimensionerande fall

Följande fall kan läggas till grund för bedömningen. Vi får ett haveri på utrustningen som motsvarar ett hål med 25 mm i diameter. Utströmningen ur detta hål blir 3,3 kg/s (beräkningar i bilaga 1). Redan efter mindre än en

halv minut har hela systemets innehåll runnit ut och utsläppet upphört (förutsatt att utströmningsförhållandena är desamma. I själva verket kommer utströmningshastigheten att minska och tiden förlängas en del.) En del ammoniak går direkt i gasfas (adiabatisk förångning är ca 16%), en del går med som aerosol och ytterligare en del förångas från den del som kommer att bilda en pöl i rummet. Utsläppet sker inomhus och vi kommer att få en utjämnande från rummet på den källstyrka som uppträder utomhus. En rimlig bedömning är att källstyrkan som uppträder utomhus är högst en tondel av den initialt uppträdande källstyrkan vid utströmningen, dvs 0,33 kg/s. I de flesta fall kommer den ammoniakhaltiga strömmen att komma ut via ventilationen på relativt hög höjd med viss plymlyft. Det kommer därför att dröja en tid innan ammoniaken kommer ner till nivåer där den kan påverka människor. För att ange en storleksordning på uppträdande ammoniakkoncentrationer i ett eventuellt gasmoln har jag gjort en spridningsberäkning för ett standardscenario med avseende på meteorologiska förhållanden, vindhastighet 5 m/s och neutral skiktning (Pasquill klass D). Både bättre och sämre spridningsförhållanden kan tänkas men det är rimligt att detta får vara representativt för det dimensionerande fallet. I bilaga 2 visas koncentrationen som en funktion av avståndet från källan. Beräkningarna av såväl källstyrka som spridning har gjorts med programmet SAVE från en holländsk konsultfirma. Programmet bygger på modeller som tagits fram av TNO i Holland.

LVI.1.4 Tolerabel dos/koncentration

Nästa fråga är vilka koncentrationer som skall ligga till grund för vad som kan accepteras. I det här fallet kommer exponeringstiden att vara kort - några minuter till maximalt storleksordningen 5-10 minuter med avtagande koncentration - varför en förhållandevis hög koncentration inte kommer att allvarligt skada människor. Underlaget har hämtats ur FOA:s rapport Uppkomst och utbredning av explosiva eller giftiga gasmoln, E 40011, 1984, se bilaga 3. Om vi väljer 3.500 ppm (som enligt FOA kan innebära livsfara efter 0,5 - 1 timme) som tolerabel koncentration, visar beräkningarna att denna koncentration uppträder 25 meter från utsläppspunkten för det dimensionerande skadefallet. Att det skulle uppehålla sig människor närmare än så är knappast rimligt att anta.

LVI.1.5 Slutsats

Det är rimligt att bedöma att det dimensionerande skadefallet enligt ovan inte kommer att leda till allvarliga skador på människor eller miljö. Inte ens i det värsta fallet - hela systemet töms momentant och mycket ogynnsamma meteorologiska förhållanden råder (detta är mycket osannolikare än det dimensionerande skadefallet) - är det sannolikt att någon allvarlig personskada utanför Skärhamns Frys kommer att inträffa. Undertecknad ser därför inte något skäl att längre klassa Skärhamns Frys som en § 43-anläggning.

Bilaga 1. SAVE Effect model

Release: Two-Phase Flow Pipe
Parameters:

Molecular Mass	17 kg/kmol
Boiling Point	240 K
Heat of Evaporation	1.37·106 J/kg
Specific Heat	4.6·103 J/kg/K
Density	640 kg/m^3
Storage Temperature	293 K
Diameter of pipe	0.025 m
Length of pipe	0,5 m

Results:

Storage Pressure	7.086·105 Pa
Maximum Release Rate	3.979 kg/s
Initial Release Temp.	287 K
B. front at Pipe-end at	0.01759 s
Mass Released at Time	0.06184 kg
Release Rate	3.323 kg/s

Bilaga 2 SAVE Effect Model

Dispersion: Toxic Continuous Release: Neutral Gas
Parameters:

Effect Concentration	0.000070 kg/m^3
Initial Source Width Ly	1 m
Initial Source Width Lz	1 m
Averaging Time	1 min
Wind Speed	5 m/s
Stability Class	D A to F
Surface Roughness Z0	0.3 m
Release Rate	0.3 kg/s

Results:

distance (m)	cloudwidth (m)	Lz (m)	max. conc. (kg/m3)
0	7.1	8.8·10-2	1.2
6	7.5	3.4	1.6·10-2
13	9.3	5.5	6.8·10-3
22	11	7.4	3.6·10-3
32	13	9.2	2.2·10-3
45	15	11	1.4·10-3
60	18	12	8.9·10-4
77	20	14	6·10-4
99	22	15	4.2·10-4
120	23	16	2.9·10-4
160	25	16	2.1·10-4
190	24	16	1.5·10-4
240	22	14	1.1·10-4
290	12	7.3	7.6·10-5
360	0	0	5.6·10-5

Bilaga 3 Utdrag ur FOA:s rapport

Toxikologiska data

Tabeller och andra data för retande gasers verkan ändras och uppdateras då och då. Dessutom finns det en hel del kontroverser på detta område framför allt beroende på att man för människor i regel bara har uppgifter från inträffade olyckshändelser där koncentrationerna för det mesta är osäkra. För djur finns av naturliga skäl bättre uppgifter men dessa är svåra att överföra på människan. Toxikologen Nils Karlsson från Institutionen för Biomedicin vid FOA 4 i Umeå har dock välvilligt ställt sig till vårt förfogande i denna kontroversiella fråga och nedan presenteras några tabeller som han anser vara rimliga.

Medicinska verkningar: Ammoniak

Koncentration mg/m3	ppm	Verkan
70	100	Måttligt irriterande i näsan. Ögonirritation efter 3 minuter.
200 - 300	280 - 500	Kan uthärdas 0,5 till 1 timme.
300	420	Omedelbar svalgretning.
500	700	Omedelbar ögonretning.
1.200	1.700	Starkt hostretande. Skadligt efter 30 min.
2.500	3.500	Livsfara efter 0,5 - 1 timme.
3.500 - 7.000	5.000 - 10.000	Dödande efter 10 - 15 min.

LVII. Räddningstjänstens yttrande över AJ Engineerings riskanalys, 29/8 2001

Räddningstjänsten anser det något märkligt att man i riskanalysen valt en så hög nivå som 3.500 ppm som tolerabel koncentration.

Redan 10-delen av denna koncentration innebär risk för omedelbara panikkänslor för den allmänhet som drabbas av ammoniakgasen.

Räddningstjänsten anser att man i analysen kunde belyst risksituationen/ -området vid en lägre nivå ex 700 ppm likt tidigare riskanalyser. Räddningstjänsten instämmer dock i stort med redovisad slutsats om att såväl sannolikhet som skadekonsekvens ligger på en ur personsäkerhetssynpunkt rimlig nivå.

Med anledning härav har räddningstjänsten inget att erinra mot ev beslut om att ej längre klassa Skärhamns Frys AB som § 43 anläggning.

LVIII. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 13/9 2001

KS § 167

LVIII.1 Fråga om Skärhamns Frys fortsatta klassning som § 43 anläggning samt slutredovisning/besiktning av miljöprojekt/Ammoniak

LVIII.1 Tidigare behandling

Arbetsutskottets beslut 2000-05-18, § 81.

Arbetsutskottets beslut 2000-10-26, AU § 165.

Kommunstyrelsens beslut 2000-12-07, § 219.

Arbetsutskottets beslut 2000-12-18, § 207.

Kommunstyrelsens beslut 2001-01-18, § 3 där kommunstyrelsen beslutade att riskanalys ska bekostas av företaget.

Skärhamns frys har överlämnat riskanalys "underlag för bedömning av risk från ammoniaksystem, Skärhamns Frys AB, Skärhamn".

Hasse Wikberg, Stf räddningschef, har yttrat sig över riskanalysen och konstaterar sammanfattningsvis att räddningstjänsten inte har något att erinra mot ev beslut om att ej längre klassa Skärhamns Frys AB som § 43-anläggning.

LVIII.2 Jäv

Bo Bertelsen (ka) anmäler jäv och deltar inte i behandlingen av ärendet.

Kommunstyrelsens, i egenskap av räddningsnämnd, beslut:

Skärhamns Frys AB:s klassning som § 43-anläggning skall upphöra.

Akvarellmuseet

LIX. Sammanträdesprotokoll, kommunfullmäktige, Tjörns kommun, 19/6 1997

KF § 124

LIX.1 Uppförande av nordiskt akvarellmuseum i Skärhamn

LIX.1.1 Ärendebeskrivning

Kommunfullmäktige har i budgetbeslut för 1997 (1996-11-20) beslutat att bidra med totalt 7 Mkr till byggandet av Nordiskt Akvarellmuseum i Skärhamn. Dessutom finns ett inriktningsbeslut i Kommunstyrelsen om ytterligare 3 Mkr - till totalt 10 Mkr, inklusive tomt och anslutningar. Museet skall uppföras på kommunens mark och drivas av stiftelsen Nordiska akvarellmuseet.

Utgiften för byggnationen, som totalt beräknas uppgå till 45 Mkr, skall, förutom bidraget från Tjörns kommun, finansieras genom insamling från offentliga institutioner, näringslivet och privatpersoner. För detta har en särskild insamlingsstiftelse bildats.

Sedan beslutet togs i fullmäktige har förutsättningarna för att uppnå bästa möjliga ekonomiska förutsättningar för museet utretts.

De bästa förutsättningarna uppnås om Tjörns kommun, som i dag äger fastigheten som museet skall byggas på, är byggherre - dvs uppför byggnaden. Kommunen kan härvid återfå hela mervärdesskatten. Museet överlåts till stiftelsen vid senare tidpunkt.

LIX.1.2 Tidigare behandling

Arbetsutskottets beslut 1997-05-29, § 113.

Kommunstyrelsens beslut 1997-06-05, § 107.

Kommunfullmäktiges beslut:

Kommunfullmäktige beslutar

att uppföra Nordiskt akvarellmuseum till en total utgift på maximalt 45 miljoner kronor. Finansiering skall, förutom den del som finansieras av Tjörns kommun enligt tidigare beslut, ske genom lån från stiftelsen Nordiska Akvarellmuseet. Byggnationen påbörjas först när finansieringen är klar.

att stiftelsen skall disponera hela anläggningen. För att möjliggöra detta upprättas hyresavtal mellan Tjörns kommun och stiftelsen. Hyran, som skall täcka samtliga kostnader, baseras på den kostnad kommunen har för lån enligt ovan tillsammans med samtliga övriga kostnader avseende drift, underhåll, skatter m m.

att ömsesidig viljeförklaring/option om försäljning/köp vid lämplig tidpunkt upprättas mellan parterna samt

att kommunstyrelsen ges i uppdrag att upprätta erforderliga avtal för beslutets genomförande.

LX. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 18/9 1997

KS § 157

LX.1 Nordiskt akvarellmuseum i Skärhamn - projektledare och byggherrens organisation

LX.1.1 Ärendebeskrivning

För att förbereda byggnationen har, på uppdrag av Tjörns kommun, Akvarellprojektet genom Åke Brisvall och Benita Nilsson infordrat offerter avseende uppdraget som projektledare för rubricerade projekt.

Uppdraget avser i första hand projektledare fram till och med systemhandlingar och kan förlängas till att omfatta såväl bygghandlingar som medverkan i byggskedet.

Urvalet av inbjudna anbudslämnare har skett efter omfattande samråd med personer som har erfarenhet av aktuella tjänster.

Vid utvärderingen har såväl pris som andra faktorer beaktats.

LX.1.2 Sammanfattning

Akvarellprojektets bedömning är att FFNS West, med Ark SAR Nils Palm som handläggande projektledare, är det totalt bästa valet. Detta gäller såväl pris som övriga sammantagna bedömningsfaktorer.

Finansieringen av den här nämnda verksamheten sker med bidrag från Framtidens Kultur.

Beträffande kommunens fortsatta hantering och handläggning av förberedelser inför byggstart föreslås att kommunens tekniske chef Olle Olsson utses att representera byggherren Tjörns kommun.

På sedvanligt sätt är det KS som godkänner uppdragshandling för projektledare, tidsplan, budget och entreprenader.

LX1.3 Tidigare behandling

Kommunstyrelsen beslutade 1997-09-11, § 152 att ärendet skulle tas upp på kommunstyrelsens extrasammanträde 18 september.

Projektledare Benita Nilsson föredrog ärendet.

Kommunstyrelsens beslut:

Kommunstyrelsen beslutar

att godkänna upphandlingen av FFNS West med Ark SAR Nils Palm som handläggande projektledare

att utse kommunens tekniske chef Olle Olsson som byggherrens representant

att byggnationens uppdragshandling för projektledare, tidsplan, budget och entreprenader underställs kommunstyrelsen för godkännande.

LXI. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsens arbetsutskott, Tjörns kommun, 6/11 1997

KSAU § 212

LXI.1 Godkännande av konsulttjänster - akvarellmuseet

LXI.1.1 Ärendebeskrivning

Den av kommunstyrelsen utsedda projektledaren har infordrat offerter, granskat och nollställt anbud samt lämnat förslag på anlitande av konsulter.

Den i handlingarna omnämnda förhandlingen är ingen förhandling enligt LOU utan ett möte med respektive konsult där eventuella oklarheter i anbudsunderlag och anbud behandlats.

LXI.1.2 Tidigare behandling

Teknisk chef Olle Olsson har i skrivelse, 971104, föreslagit arbetsutskottet anta följande anbud:

- Landskapsarkitekt: Räntfors Arkitekter & Landskap
- Byggnadskonstruktör: PI i Göteborg AB
- VVS: ÅF - RNK AB
- El: Scandiakonsult Elteknik AB.

Arbetsutskottets beslut:

Arbetsutskottet beslutar anta följande anbud:

- Landskapsarkitekt: Räntfors Arkitekter & Landskap
- Byggnadskonstruktör: PI i Göteborg AB
- VVS: ÅF - RNK AB
- El: Scandiakonsult Elteknik AB.

LXII. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 13/8 1998

KS § 132

LXII.1 Godkännande av uppdrag för akvarellmuseets projektledare

LXII.1.1 Ärendebeskrivning

Kommunstyrelsen beslutade 970918, § 157 bl a att godkänna upphandlingen av FFNS West med Ark SAR Nils Palm som handläggande projektledare

I den kvalitetsplan som utarbetats för projektet, daterad 1998-06-26, har bl a projektledarens ansvar och befogenheter angetts.

I de avseenden kommunen tagit beslut rörande projektet, har de till fullo beaktats i planen.

LXII.1.2 Beredning

Tekniska förvaltningen föreslår i skrivelse, dat 980703, att kommunstyrelsen godkänner projektledarens (Nils Palm) så som det anges på sidan tre i kvalitetsplanen dat 1998-06-26.

Kommunstyrelsens beslut:

Kommunstyrelsen godkänner följande uppdrag för projektledaren (Nils Palm):

- Utvärdering av olika konstruktionsalternativ som underlag för stiftelsens beslut
- Fortlöpande information till beställaren frågor av större vikt enligt ovan
- Beslut om kostnader understigande 300.000 kronor för enskilda poster. Alla beslut om kostnader skall fattas i samråd med stiftelsens representant.
- Tidsplanering inom huvudtidplan
- Upphandling och utvärdering av entreprenader samt utarbetande av beslutsunderlag för Stiftelse och Beställare
- Kvalitetsansvarig
- Kalkyler i program-, system- och anbudsskede
- Kostnadsstyrning/kostnadsuppföljning under entreprenadtiden
- Fakturagranskning samt handläggare - attest av dessa

LXIII. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 15/10 1998

KS § 165

LXIII.1 Antagande av entreprenör för grundläggning av akvarellmuseet

LXIII.1.1 Ärendebeskrivning

För schakt- och grundentreprenad för anläggning av akvarellmuseet har fem entreprenörer tillfrågats om att lämna anbud: Vägverket, Skanska, NCC, Peab och Vecon.

Samtliga utom Vägverket lämnade in anbud.

Efter diverse kompletteringar och klarlägganden kan anbudsnivåerna sammanställas enligt följande:

1. Skanska 4.295.000:-
2. Peab 3.670.000:-
3. NCC 5.646.000:-
4. Vecon 4.140.000:-

Med anledning av ovanstående anbudssammanställningrekommenderas att Tjörns kommun antar Peab;s anbud till ett pris av 3.670.000 kronor.

Tekniske chefen Olle Olsson föredrog ärendet.

Kommunstyrelsens beslut:

Kommunstyrelsen beslutar att anta PEAB som entreprenör för grundläggning av akvarellmuseet. Beslutet gäller under förutsättning att projektet erhåller vattendom.

Vidare beslutar kommunstyrelsen att delegera till tekniske chefen Olle Olsson att genomföra antagandet av PEAB som entreprenör.

LXIV. Sammanträdesprotokoll, kommunfullmäktige, Tjörns kommun, 17/12 1998

KF § 148

LXIV.1 Kommunens finansiering av nordiska akvarellmuseet

LXIV.1.1 Ärendebeskrivning

Det pågår ett arbete med att ta fram hyresavtal och totalfinansiering av projektet.

Kommunchef Ingemar Karlsson informerade arbetsutskottet om att ärendet kommer att vara klart för behandling på kommunstyrelsens sammanträde den 3 december 1998.

LXIV.1.2 Tidigare behandling

Arbetsutskottet beslutade 1998-10-29, § 196 att notera informationen och att överlämna ärendet till kommunstyrelsen utan eget förslag.

Kommunstyrelsen beslutade 98-11-12, § 195 att ärendet skall behandlas på kommunstyrelsens sammanträde 981203.

Ärendet utgick på arbetsutsottet 1998-11-19.

1997-06-19, § 124 beslutade kommunfullmäktige:

att uppföra Nordiskt akvarellmuseumtill en total utgift på maximalt 45 miljoner kronor. Finansiering skall, förutom den del som finansieras av Tjörns kommun enligt tidigare beslut, ske genom lån från stiftelsen Nordiska Akvarellmuseet. Byggnationen påbörjas först när finansieringen är klar.

att stiftelsen skall disponera hela anläggningen. För att möjliggöra detta upprättas hyresavtal mellan Tjörns kommun och stiftelsen. Hyran, som skall täcka samtliga kostnader, baseras på den kostnad kommunen har för lån enligt ovan tillsammans med samtliga övriga kostnader avseende drift, underhåll, skatter mm.

att ömsesidig viljeförklaring/option om försäljning/köp vid lämplig tidpunkt upprättas mellan parterna samt

att kommunstyrelsen ges i uppdrag att upprätta erforderliga avtal för beslutets genomförande.

De av Insamlingsstiftelsen Nordiska Akvarellmuseet utsedda revisorerna har i en skrivelse till styrelsen för stiftelsen granskat förteckningar över insamlade medel mm för byggnationen av museet. Beslut från bidragsgivare finns på 39.600.000 kronor. Ansökningar om medel 7.000.000 kronor finns inlämnade. Dessutom finns en lånekredit på 5.000.000 kronor.

Dessutom har det upprättats ett "Avtal om uppförande av Nordiska Akvarellmuseet" mellan kommunen och Insamlingsstiftelsen. I detta avtal regleras bl a: Kommunens bidrag till museet, Uppförande av museet, Finansiering, Disposition av museet, Framtida ägande av museet, Samråd, Tvist och Avtalstiden.

Kommunstyrelsens beslut 1998-12-03, § 206.

LXIV.2 Jäv

Benita Nilsson (fpl), Allan Axelsson (m) och Jan-Evert Halldin (s) anmälde jäv och deltog därför inte i beslutet.

Kommunfullmäktiges beslut:

Kommunfullmäktige beslutar att:

- Kommunens totala bidrag till museet skall uppgå till 8,8 mkr kontant
- Kommunen tillhandahåller därutöver erforderlig tomtmark och VA-anslutning utan kostnad för museet. Värdet av detta uppgår till ca 0,6 mkr för VA-anslutning samt till tomtens bokförda värde (Nötsäter 1:311)
- Den tidigare beslutade driftsgarantin under tre år ersätts med att kommunen ger ett årligt kommunalt uppdrag värt 0,7 mkr 1999 och åren därefter 1 mkr per år till museet. Detta regleras i ett särskilt avtal med omför handling efter fem (5) år. Arbetsutskottet ges i uppdrag attupprätta detta avtal. Kommunens "kommunalt uppdrag" förutsätter att stiftelsen erhåller driftsbidrag genom statligt och regionalt uppdrag.

Reservation

Bo Bertelsen (ka), Rune Olsson (ka) och Emilio Cotroneo (v) reserverade sig mot beslutet.

LXV. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 11/2 1999

KS § 40

LXV.1 Godkännande av projektledare för uppförandet av nordiska akvarellmuseet

LXV.1.1 Ärendebeskrivning

Kommunstyrelsen beslutade 1997-09-18 § 157 att anlita Nils Palm, FFNS, Göteborg som projektledare för projekteringsskedet. Hans arbete avslutas i och med färdigställande av entreprenadhandlingarna och slutredovisning av den delen av projektet.

Upphandling har skett i projektgruppens regi. Sju företag har inbjudits att lämna anbud.

LXV.1.2 Tidigare beslut

Kommunstyrelsen har i beslut 1997-09-18 § 157 bl.a angett att kommunstyrelsen skall utse projektledare.

Teknisk chef Olle Olsson har i skrivelse, 990202, föreslagit kommunstyrelsen att besluta uppdraga åt Mårtensson & Håkansson Byggrådgivare AB, Ralph Håkansson, att vara projektledare under byggskedet.

Kommunstyrelsens beslut:

Kommunstyrelsen godkänner Ralph Håkansson, Mårtensson & Håkansson Byggrådgivare AB, att vara projektledare under byggskedet av Nordiska Akvarellmuseet.

LXVI. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 15/4 1999

KS § 93

LXVI.1 Godkännande av entreprenad för uppförande av akvarellmuseet- bjälklag till grund

LXVI.1.1 Ärendebeskrivning

Kommunen har upphandlat entreprenad för leverans och montage av bjälklag till grund och anbud har inkommit till Tjörns kommun.

Efter anbudskomplettering föreslår tekniske chefen Olle Olsson att anbud lämnat av AB Färdig Betong antas till ett fast pris av 840.000 kronor utan indexreglering.

För att inte fördröja arbetet längre föreslår Olle Olsson vidare att kommunstyrelsen lämnar delegation på val av byggnads-, el och larm-, rör-, vent och styr-, his- och markentreprenörer.

Tekniske chefen Olle Olsson föredrog och delade ut handling på sammanträdet.

Kommunstyrelsens beslut:

Kommunstyrelsen beslutar att anta anbud avseende leverans och montage av bjälklag till grund, lämnat av AB Färdig Betong till ett fast pris av 840.000 kronor, utan indexreglering.

Vidare beslutar kommunstyrelsen att delegera till arbetsutskottet att godkänna antagande av följande entreprenörer för byggandet av Akvarellmuseet:

- Byggnadsentreprenör
- El- och larmentreprenör
- Rörentreprenör
- Vent- och styrentreprenör
- Hissentreprenör
- Markentreprenör

LXVII. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsens arbetsutskott, Tjörns kommun, 6/5 1999

KSAU § 97

LXVII.1 Godkännande av entreprenader för uppförande Akvarellmuseet

LXVII.1.1 Ärendebeskrivning

Kommunen har upphandlat entreprenad för byggnads- el och larm-, rör-, vent och styr-, hiss- och markentreprenörer. Anbud har inkommit till Tjörns kommun.

Efter anbudskomplettering föreslår tekniske chefen Olle Olsson att följande anbud antas:

Byggnadsentreprenad	Per Jacobsson AB	23.117.000 kronor
El- och larmentreprenad	El Team Väst AB	2.703.000 kronor
Rörentreprenad	Kungälvs Rörläggare	2.176.000 kronor
Ventilationsentreprenad	LH Vent Teknik AB	1.450.000 kronor
Styrentreprenad	Landis & Staefa AB	462.000 kronor
Hissentreprenad	Alt Hiss AB	291.800 kronor
Markentreprenad	Peab Väst AB	1.475.000 kronor

Alla priser är fasta utan indexreglering.

Tekniske chefen Olle Olsson föredrog och delade ut handling på sammanträdet.

LXVII.1.2 Tidigare behandling

Kommunstyrelsen beslutade 1999-04-15, § 93 bl a att delegera till arbetsutskottet att godkänna antagande av följande entreprenörer för byggandet av Akvarellmuseet: Byggnadsentreprenör, El- och larmentreprenör, Rörentreprenör, Vent- och styrentreprenör, Hissentreprenör och Markentreprenör.

LXVII.2 Jäv

Eva Bertilsson-Styvén (s) anmälde jäv och deltog därför inte i vare sig behandlingen eller beslutet i detta ärende.

Arbetsutskottets beslut:

Arbetsutskottet beslutar att anta följande anbud.

Byggnadsentreprenad	Per Jacobsson AB	23.117.000 kronor
El- och larmentreprenad	El Team Väst AB	2.703.000 kronor
Rörentreprenad	Kungälvs Rörläggare	2.176.000 kronor
Ventilationsentreprenad	LH Vent Teknik AB	1.450.000 kronor
Styrentreprenad	Landis & Staefa AB	462.000 kronor
Hissentreprenad	Alt Hiss AB	291.800 kronor
Markentreprenad	Peab Väst AB	1.475.000 kronor

Alla priser är fasta utan indexreglering.

LXVIII. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 18/11 1999

KS § 233

LXVIII.1 Byggstart för etapp 2 av nordiska akvarellmuseet

LXVIII.1.1 Ärendebeskrivning

Etapp 1 av byggnation av Nordiska Akvarellmuseet går som beräknat. Kostnadskalkyl och tidsplan håller. Stiftelsestyrelsens au har nu föreslagit stiftelsestyrelsen att starta byggnationen av etapp 2. Styrelsen sammanträder 30 - 31/10.

Enligt det upprättade avtalet mellan kommunen och stiftelsen skall parterna vara överens om att finansieringen av etapp 2 är klar innan arbete påbörjas. Etapp 2 (som också är den sista) innefattar gästateljéer, bro och inredning och är kostnadsberäknad till 7,1 miljoner.

Den lånegaranti som Tjörns Sparbank utfärdat täcker etapp 2. Lånegarantin bifogas. Lånegarantin är en nödvändig buffert att ha. Museistiftelsens mål är dock att inte behöva lånefinansiera museet. För etapp 2 finns i dagsläget ansökningar inne på 4 miljoner. Dessutom börjar inom kort arbetet med sponsorfinansiering av resterande gästateljéer.

LXVIII.1.2 Tidigare behandling

Arbetsutskottets beslut 1999-11-04, § 207.

Kommunstyrelsens beslut:

Kommunstyrelsen godkänner byggstart för etapp 2 av Nordiska Akvarellmuseet.

Reservation

Bo Bertelsen (ka) reserverade sig mot beslutet.

LXIX. Sammanträdesprotokoll, kommunstyrelsen, Tjörns kommun, 11/5 2000

KS § 91

Akvarellmuseum - upphandling av inredning

LXIX.1 Ärendebeskrivning

Kommunstyrelsen beslutade 1998-08-13 § 132 om uppdrag för projektledare. 1999-02-11 § 40 utsåg kommunstyrelsen Ralph Håkansson som projektledare under byggskedet.

Projektledaren har efter samråd med akvarellstiftelsen rätt att besluta om upphandling av upp till 300.000 kronor.

Just nu arbetas med upphandling av inredning och det skulle var praktiskt om alla beslut gällande inredning kan tas direkt av projektledaren. Omfattningen är troligen bortåt 100 ärenden varav några enstaka (högst 5) avser belopp över 300.000 kronor.

Kommunstyrelsens beslut:

Projektledaren erhåller rätt att besluta om upphandling inom ramen för budget.

Bilaga 4

I denna bilaga diskuteras ALARP som tämligen allmänt anses vara användbar vid beslut under osäkerhet.

ALARP är en probabilistisk princip som är tänkt att användas för att bedöma om en aktivitet eller en etablering skall tillåtas. För varje skadetyp s anger den två tal as och bs sådana att $0 < as < bs < 1$. Den säger att en aktivitet är obetingat tillåten om sannolikheten för skadetypen s är högst as och inte tillåten om sannolikheten för s är minst bs. Om sannolikheten för s ligger mellan de givna talen, så är aktiviteten tillåten om riskreducerande åtgärder vidtas. De riskreducerande åtgärderna skall vara sådana att kostnaderna för att genomföra dem står i proportion till den vinst i form av minskade skador som åtgärderna leder till. ALARP används framförallt i Nederländerna, se Persson (1998, bilaga 6), men även i Storbritannien, se Davidsson et al (1997).

1.1 Förutsättningar för att införa ALARP i Sverige

(i) Om ALARP skall införas i Sverige är det rimligt att den införs generellt dvs för alla former av etableringar. Det innebär att den också bör gälla

inom kärnteknikområdet. Som bekant är det enligt § 5a kärntekniklagen förbjudet att uppföra nya kärnkraftsreaktorer i Sverige. Motiveringen för detta är inte att de skulle vara alltför farliga utan rent politisk. Det är inte heller troligt att § 5a kommer att ändras inom den närmaste tiden. Detta torde försvaga argumenten för att införa ALARP i Sverige.

(ii) ALARP är en probabilistisk princip. Användningen av en probabilistisk princip förutsätter någon form av standard eller konsensus i fråga om vilka sannolikhetsutsagor som ett givet underlag tillåter. Det är tveksamt om det finns tillräckligt mycket av konsensus i Sverige i denna fråga.

(iii) En väsentlig del av ALARP är att alla skador kan värderas på ett rimligt sätt. En sådan värdering kan antingen vara empirisk dvs baserad på ett stort antal människors uttalade värderingar eller preferenser eller rent politisk. Det senare torde var det rimligaste. Det är dock inte helt lätt att se hur det skall kunna uppnås.

Bilaga 5

Vi har tidigare, se t ex exempel 1 och 3 i kapitel 1 samt avsnitt 3.4.3, använt oss av olika värderingar av handlingsalternativ. I denna bilaga diskuteras mer ingående hur sådana värderingar kan motiveras. Eftersom en del av diskussionen är något teknisk, kan det vara lämpligt att redan nu meddela att det tycks vara svårt att finna en värdering som är överlägsen kombinationen kvalitativ värdering följd av förväntat värde.

B5.1 Grundläggande begrepp

Låt C = { o_1, ..., o_n } vara en ändlig mängd av reella tal sådana att o_1 > ... > o_n. Då är mängden av *handlingsalternativ* O över C den minsta mängden S sådan att

(i) om A är en vektor (p_1, ..., p_n; o_1, ..., o_n) där 0 = p_i, p_1 +...+ p_n = 1, så A Œ S och

(ii) om A_1 Œ S, ..., A_n Œ S, 0 = p_i, p_1 +...+ p_n = 1, så (p_1, ..., p_n; A_1, ..., A_n) Œ S.

Vektorerna (p_1, ..., p_n; o_1, ..., o_n) är *normala* handlingsalternativ. Varje handlingsalternativ A kan på ett enkelt sätt reduceras till ett unikt normalt handlingsalternativ *N(A)*, och två handlingsalternativ A och B är *kongruenta* (A @ B) om *N(A) = N(B)*. En *värdering* är en funktion V:O ¥R^RÆR sådan att V(A, f) = V(B, f) om A @ B.

Kommentar
Vi har valt att utgå från en bestämd ändlig mängd C för att förenkla framställningen. C tänks vara så stor att den innehåller alla utfall som anges nedan.

Exempel

(a_1) (Förväntat värde givet f), $E(A, f) = p_1 \cdot f(o_1) + \ldots + p_1 \cdot f(o_1)$, $A = (p_1, \ldots, p_n; o_1, \ldots, o_n)$.

(a_2)(Kvalitativ värdering givet f och riskindex (r, s)),

$$S(A,f,r,s) = \begin{cases} 1om & \sum_{f(o_i) \le r} p_i \le s \\ 0om & \sum_{f(o_i) \le r} p_i > s \end{cases}$$

($a_{2.c}$) (Kontinuerlig kvalitativ värdering givet f och riskindex (r, s, e)),

S(A, f, r, s, e) = 1 om foi=r;; pi = s;s+e-t;e om s = t = foi=r;; pi= s+e;0 om foi=r;; pi = s+e

(a_3) (Maximin), $m(A, f) = \text{minimum}_{p_i > 0}(f(o_i))$.

(a_4) (Maximax), $M(A, f) = \text{maximum}_{p_i > 0}(f(o_i))$.

(a_5) (Hurwicz, 1951), $H_a(A, f) = a \cdot M(A,f) + (1-\cdot am(A, f)$.

(a_6) (Maximin regret givet K), $R_K(A, f) = \text{infimum}(R(A, B, f), B \in K)$.
Här är $R(A, B, f) =$
$\text{minimum}(f(o_i) - f(o_j))$ där $B = (q_1, \ldots, q_n; o_1, \ldots, o_n)$.
$p_i, q_j > 0$

På basis av en värdering V och en funktion f får man en *semimetrik* $d_{V,f}$ och en ordning $=_{V,f}$ på O genom att sätta $d_{V,f}(A, B) = |V(A, f) - V(B, f)|$ och $A =_{V,f} B$ om $V(A, f) = V(B, f)$. Vidare kan vi definiera en *valfunktion* $R_{V,f}$ på följande sätt:
$R_{V,f}: 2^O \times R \rightarrow 2^O$ sådan att $R_{V,f}(\alpha, e) = \{A \in \alpha \mid \forall B \in \alpha\ V(A, f) + e = V(B, f)\}$. $R_{V,f}(\alpha, e)$ är mängden av e-*optimala* handlingsalternativ givet V, f.

Kommentar

d är en *semimetrik* på en mänd M om d(x,y) = 0, d(x,y) = d(y,x) och d(x,y) = d(x,z)+d(z,y), för alla x,y,z i M. Införandet av e i definitionen motiveras av att det inte alltid finns optimala alternativ. Däremot finns det alltid e-optimala alternativ om e>0.

Ett *valtest* är en trippel (>, α, β) där > är strikt partiellt ordnande i O och α, β är ändliga delmängder till O sådana att $\forall A \in \alpha\ \forall B \in \beta\ A > B$. Ett *preferenstest* är ett par (α, >) där α är en ändlig delmängd till O och >

strikt partiellt ordnande i α. Låt nu V vara en värdering, F en delmängd till R^R och e = 0. Då är (>, α, β) ett *svagt motexempel på nivån* (F, e) till V som en *valfunktionsgenerator* om (>, α, β) är ett valtest sådanta att $\forall f \in F\ R_{V,f}$ ($\alpha \cup \beta$, F) $\cap \beta$? Ø och (>, α, β) är ett *starkt motexempel på nivån (*F, e) till V som en *valfunktionsgenerator* om (>, α, β) är ett valtest sådant att $\forall f \in F\beta \supseteq R_{V,f}$ ($\alpha \cup \beta$, e). Vidare är (α, >) ett *motexempel på nivån* (F, e) till V som en *preferensgenerator* om (α, >) är ett preferenstest sådant att $\forall f \in F(\alpha, =_{V,f})$? (α, $>_C$) för varje strikt linjär utvidgning $>_C$ av >. Slutligen är V starkt (svagt) *d-misslyckad* på nivån (F, e) som valfunktionsgenerator om det finns ett *d-övertygande* starkt (svagt) motexempel till V som valfunktionsgenerator på den nivån och V är d-misslyckad på nivån (F, e) som preferensgenerator om det finns ett d-övertygande motexempel till V som preferensgenerator på den nivån.

Kommentar

De ovan definierade begreppen kan användas för att testa en värdering V som valfunktionsgenerator eller som preferensgenerator på följande sätt: Först kan möjliga motexempel tilldelas grader som anger hur övertygande de är. Därefter kan man för varje motexempel m och varje tal e= 0 söka bestämma den största mängden F sådan att m är ett motexempel på nivån (F, e). I denna bilaga kommer i första hand nivåerna (F_1, 0), (F_2, 0), (F_3, 0) att betraktas. Här är $F_1 = R^R$, $F_2 = \{f \in R^R \mid f$ is strikt växande$\}$ och $F_3 = \{f \in R^R \mid f$ strikt växande men med strikt avtagande ökningstakt$\}$. Beträffande grader kommer i första hand förenlighet med *stokastisk dominans* att krävas. Närmare bestämt skall en värdering V uppfylla följande villkor: V(A, f) > V(B, f) för alla $f \in F_2$ om A dominerar B stokasiskt. A dominerar B stokastiskt om EQ \I\SU(1;i;p_j) = EQ \I\SU(1;i;q_j) för alla i, 1 = i = n-1 och EQ \I\SU(1;i;p_j) > EQ \I\SU(1;i;q_j) för något i, 1 = i = n-1, A = (p_1, ..., p_n; o_1, ..., o_n och B = (q_1, ..., q_n; o_1, ..., o_n).

Exempel

I fortsättningen antas det att alla handlingsalternativ är gratislotterier med priser i SEK. Vidare antas det att det alltid är önskvärt att få mer pengar.

(b_1) Sätt A = (0,999, 0,001; 10.000, 0) och B = (0,001, 0,999; 2, 1). Då är A > B i nästan alla sammanhang. Men minimax regeln föreskriver att B skall väljas för varje f i F_2. Alltså är (>, {A}, {B}) ett tämligen övertygande starkt motexempel på nivån (F_2, 0) mot minimax som valfunktionsgenerator.
(b_2) Sätt A = (0,001, 0,999; 1000, 0), B = (0,999, 0,001; 999, 998). Då är B > A i nästan alla sammanhang. Alltså är (>, {B}, {A}) ett tämligen övertygande starkt motexempel på nivån (F_2, 0) mot maximax som valfunktionsgenerator.

(b_3) Sätt B = (1-s, s; t, r), C = (1-s, s; u, r) och t >> u >> r. Då B > C. Alltså är (>, {B}, {C}) ett övertygande svagt motexempel på nivån (F_2, 0) mot S(A, f, r, s) som valfunktionsgenerator.

(b_4) Sätt B = (0,999, 0,001; 9.999, 0), C = (0,001, 0,999; 10.000, 1). Då är B > C i nästan alla sammanhang. Alltså är (>, {B}, {C}) ett tämligen övertygande starkt motexempel på nivån (F_2, 0) mot H_a(A, f) som en valfunktionsgenerator.

(b_5) Sätt B = (0,999, 0001; 9.999, 0), C = (0,001, 0,999; 10.000, 1) och K = {B, C}. Då är B > C i nästan alla sammanhang. Alltså är (>, {B}, {C}) ett tämligen övertygande starkt motexempel på nivån (F_2, 0) mot R_K(A, f) som en valfunktionsgenerator.

(b_6) (Bernoulli (1738), Menger (1934)) Sätt B = (1; 0), C = (2^{-31}, ..., 2^{-1}, 2^{-31}; 2^{30}-15, ..., 1-15, -15) och i(x) = x för alla x i R. Då är E(C, i) = 0,5. Vidare anser en del att B > C eftersom sannolikheten för en förlust är hög (> 7/8). Alltså kan (>, {B}, {C}) uppfattas som ett övertygande motexempel på nivån ({i}, 0) mot E(A, f) som en valfunktionsgenerator.

(b_7) (Allais (1953, 1979) Sätt B = (1; 10^6), C = (0.1, 0.89, 0.01; $5{\cdot}10^6$, 10^6, 0) och i(x) = x för alla x i R. Då är E(C, i) - E(B, i) = 390.000. Men de flesta människor sätter B > C. Alltså är (>, {B}, {C}) ett övertygande motexempel på nivån ({i}, 0) mot E(A, f) som en valfunktionsgenerator.

Kommentar
Exemplen ovan visar att alla extremvärdesvärderingar misslyckas starkt redan på nivån (F2, 0) som valfunktionsgeneratorer. Det är därför tveksamt om de någonsin bör användas. Vi såg också att den kvalitativa värderingen misslyckades svagt på denna nivå. Även den kan därför knappast användas ensam i någon större utsträckning. Vi behöver dock närmare bestämma E(A, f):s status som valfunktionsgenerator. Detta diskuteras i avsnitt B5.5 nedan med hjälp av Allais' motexempel. Vidare behöver vi bestämma olika värderingars status som preferensgeneratorer. Detta diskuteras i avsnitten B5.3 och B5.4 efter ytterligare några klargörande anmärkningar.

B5.2. Blandade anmärkningar

B5.2.1 Om tester

Ett rättfärdigande av en värdering V som valfunktionsgenerator kan dels bestå i ett bevis av att V är den enda värderingen som uppfyller vissa önskvärda villkor: förenlighet med stokastisk dominans etc dels bestå i att visa att V inte i enkla fall där vi har en tämligen säker intuition föreskriver val som går emot denna intuition. Det första slaget av rättfärdigande kan vi kalla ett rättfärdigande uppifrån och det andra slaget för ett rättfärdigande nerifrån. När det gäller ett rättfärdigande nerifrån är det tämligen okomplicerat. Den främsta nackdelen med det är dock att det inte kan bli slutgiltigt eftersom vi knappast kan avgränsa klasssen av beslutsproblem där vi har en god intuition. Därför är det naturligt att söka efter ett rättfärdigande uppifrån. Beträffande ett sådant är det dock inte alls klart hur det skall

Malmnäs (1994). Betrakta t ex axiomsystemet i Herstein och Milnor (1953).

Enligt dessa författare är alternativet A bättre än alternativet B om $\forall f \in F_2$ $E(A, f) > E(B, f)$ om A dominerar B stokastiskt. Sätt t ex A = $(1\text{-}10^{-6}, 10^{-6}; 10^{6}, 0)$ och B = $(10^{-6}, 1\text{-}10^{-6}; 2, 1)$. Då implicerar inte Herstein och Milnors system att A är bättre än B. Alltså kan vi finna ett svagt motexempel till detta axiomsystem på en nivå som ligger godtyckligt nära $(F_2, 0)$.Tills vidare måste därför ett rättfärdigande nerifrån i form av motexempel spela huvudrollen.

B5.2.2 Om beskrivningen av handlingsalternativen

I denna bilaga diskuterar vi argument för värderingar inom ramen för normativ beslutsteori. Detta leder till att det är rimligt att utgå från handlingsalternativ som är tämligen abstrakt beskrivna. Vi behöver t ex inte närmare beskriva de slumpexperiment som ligger under de angivna sannolikhetsfördelningarna.

B5.2.3 Klassifikation av värderingar

En värdering V(A, f) är *reguljär* om $V(A, f) = f(o_i)$ när A = $(p_1, \ldots, p_n; o_1, \ldots, o_n)$ och $p_i = 1$. V(A, f) är *fin* om det finns en bijektion g i R^R sådan att g(V(A, f)) är reguljär. Alla värderingar i avsnitt B5.1 utom (a_2) och $(a_{2.c})$ är fina och av de återstående värderingarna är alla utom (a_6) reguljära. Regularitet framstår som ett rimligt krav på en värdering. V(A, f) är *kontinuerlig* om $V(B_n, f)$ konvergerar mot V(C, f) om $\{B_n\}$ konvergerar mot C. Alla värderingar i B5.1 ovan utom (a_2) är kontinuerliga. Läsaren bör notera att en värdering som är både reguljär och kontinuerlig inte kan ge säkerhet en särställning.

B5.2.4 Om relationen mellan valtester och preferenstester

Utgå från Allais'motexempel (Allais (1953, 1979): B = $(1; 10^6)$, C = $(0.1, 0.89, 0.01; 5{\cdot}10^6, 10^6, 0)$, D = $(0.11, 0.89; 10^6, 0)$, E = $(0.1, 0.9; 5{\cdot}10^6, 0)$ och B > C > E > D. Då är ({B, C, D, E}, >) ett motexempel på nivån $(F_1, 0)$ mot E(A, f) som preferensgenerator eftersom $E(B, f) - E(C, f) = f(10^6) - 0.1{\cdot}f(5{\cdot}10^6) - 0.89{\cdot}f(10^6) - 0.01{\cdot}f(0) = 0.11{\cdot}f(10^6) + 0.89{\cdot}f(0) - 0.1{\cdot}f(5{\cdot}10^6) - 0.9{\cdot}f(0) = E(D,f) - E(E,f)$. Vidare finns det empiriska försök, se t ex MacCrimmon and Larsson (1979) och Kahneman and Tversky (1979), som tyder på att ({B, C, D, E}, >) bör ses som ett övertygande motexempel. Men vilka slags motexempel mot E(A, f) som en valfunktionsgenerator kan konstrueras från Allais' exempel? I första hand får vi följande: (>, {B}, {C}) är ett starkt motexempel på nivån $(G_1, 0)$ mot E(A, f) som en valfunktionsgenerator och (>, {E}, {D}) är ett starkt motexempel på nivån $(G_2, 0)$ mot E(A, f) som en valfunktionsgenerator. Här är $G_1 = \{ f \mid E(E, f) = E(D, f) \}$ och $G_2 = \{ f \mid E(B, f) = E(C, f) \}$. Vidare är $G_1 \cup G_2 = F_1$. Å andra sidan är $G_1 \cap F_3 \; ? \; \emptyset$ och $G_2 \cap F_3 \; ? \; \emptyset$. Dessa motexempel är därför inte på en särskilt hög nivå. Om

vi går över till mer komplicerade exempel, så kan vi betrakta de hypotetiska valen som samtidiga eller i följd. Vi kan även betrakta slumpblandningar av dem. Det gäller dock inte för dem som godtar Allais' exempel eftersom de inte kan godta följande princip:

Om $A_1 > B_1,\ldots,A_n > B_n$, så $(p_1, \ldots, p_n; A_1, \ldots, A_n) > (p_1, \ldots, p_n; B_1, \ldots, B_n)$ för alla $p_i = 0, \ldots, p_n = 0$ sådana att 1;n;pi= 1.
Denna princip är inte förenlig med kombinationen B > C, E > D eftersom (0.5, 0.5; B; E) = (0.5, 0.5; C; D). Ett betraktande av valen i följd kan inte ge upphov till ett formellt motexempel eftersom den underliggande värdefunktionen inte behöver vara konstant. Den enda återstående möjligheten är därför att betrakta kombinationer av de givna valen. Detta fall behandlas tämligen ingående i avsnitt B5.5 där det visas att kombinationer inte ger motexempel på nivån $(F_3, 0)$ mot E(A, f) som valfunktionsgenerator. Dessa resultat är inte begränsade till Allais' motexempel utan har allmän giltighet. Den omfattande litteraturen om preferenstester innehåller därför inte mycket som är av vikt för den som är intresserad av motexempel mot värderingar som valfunktionsgeneratorer.

B5.3 Värderingar och gemensam-kvot-tester

B5.3.1 Inledning

Sätt $A_p = (p, 1\text{-}p; o_1, o_3)$, $B_q = (q, 1\text{-}q; o_2, o_3)$, $C_{rp} = (rp, 1\text{-}rp; o_1, o_3)$ och $D_{rq} = (rq, 1\text{-}rq; o_2, o_3)$. Här är $o_1 > o_2 > o_3$ och $1 > q > p > r > 1$. Låt vidare > vara enkelt ordnande i $\{B_q, A_p, C_{rp}, D_{rq}\}$. Då är $(\{B_q, A_p, C_{rp}, D_{rq}\}, >)$ *ett gemensam-kvot-test.* I de flesta fall är p och q förhållandevis stora tal och r litet. Beroende på sin enkla struktur anses gemensam-kvot-tester som idealoska för att testa värderingar som preferensgeneratorer. Den grundläggande observationen beträffande sådana tester är följande:

(1)$\forall$ f$\in F_1(E(A_p, f) > E(B_q, f)$ om $E(C_{rp}, f) > E(D_{rq}, f))$.

Detta strider mot att det finns o_1, o_2, o_3 och tal p, q, r sådana att de flesta (Kahneman och Tversky (1979)) föredrar B_q framför A_p och C_{rp} framför D_{rq}. Därför kan $(\{B_q, A_p, C_{rp}, D_{rq}\}, >)$ vara ett motexempel på nivån $(F_1, 0)$ mot E(A, f) som preferensgenerator.

En utmaning för den som vill föreslå ett alternativ, säg V(A, f) till E(A, f) är att visa att $\forall$ f $\in F_1(V(A_p, f) > V(B_q, f)$ om $V(C_{rp}, f) > V(D_{rq}, f))$ inte gäller och att V(A, f) är förenlig med stokastisk dominans, se Sugden (1986). Detta har också lyckats i flera fall. Det räcker dock inte för att visa att $(\{B_q, A_p, C_{rp}, D_{rq}\}, >)$ inte kan vara ett motexempel på en nivå som är godtyckligt nära $(F_2, 0)$ mot V(A, f) som en preferensgenerator. Men det är precis detta som måste gälla för att V(A, f) skall vara en signifikant bättre värdering än E(A, f). Utsikterna att finna en sådan värdering är dock inte särskilt ljusa. Den slutsatsen kan dras från följande enkla observation: Välj en mängd $\{B_q, A_p, C_{rp}, D_{rq}\}$ som ovan där $o_1 >> o_2$ och $1 > q > p > 0.5$. Då är $C_{rp} >$

D_{rq} för tillräckligt små r. Sätt $G_{V,p,q} = \{f \mid V(A_p, f) > V(B_q, f)\}$ och $F_{2+e} = \{ f \in F_2 \mid f(o_1)-f(o_2) = e\}$. Då gäller $\forall p, e>0 \exists s(p = s < q \wedge G_{V,s,q} \supseteq F_{2+e})$ för alla värderingar V(A, f), som är förenliga med stokastisk dominans, och för alla tal q sådana att V(A, f) är kontinuerlig nerifrån vid q. is continuous from below at q. Alltså uppträder alla rimliga värderingar med tillräckligt många kontinuitetspunkter i de viktigaste avseendena på samma sätt i gemensamkvot-tester. Det bör kanske nämnas att denna slutsats kommer att bekräftas av de detaljgranskningarna i nästa avsnitt.

B5.3.2 En granskning av några föreslagna värderingar

B5.3.2.1 Hagen (1969, 1972, 1979)

Utgående från tidigare arbete av Allais, som märkligt nog inte föreslagit något system av värderingar som substitut för väntevärdet, föreslog Hagen följande värdering 1969.

$H_{a,b}(A, f) = E(A, f)-a\cdot S(A, f)+b\cdot M_3(A,f)/S^2(A, f)$ om $S^2(A, f) > 0$. Om $S^2(A, f) = 0$, så $H_{a,b}(A,f) = E(A, f)$. Här är $S^2(A, f) = 1;n;pi\cdot foi\text{-}EAf2$, $0 = S(A,f) = S^2(A, f)^{1/2}$, $M_3(A, f) = 1;n;pi\cdot foi\text{-}EAf3$och a,b > 0.

Grunden för $H_{a,b}(A, f)$ är att värdet av ett handlinsalternativ skall minska med ökad spridning och öka med positiv skevhet. Skälet för att M_3 divideras med S^2 är förmodligen att alla moment skall ha samma vikt. Som brukligt inom området hävdas det att $H_{a,b}(A, f)$ är förenlig med ett antal axiom som den intresserade kan studera. För att uppnå någon förståelse av denna värdering kan det vara lämpligt att sätta B(p, d) = (p, 1-p; d, 0) med p, d > 0 och f(d) > f(0) = 0. Då är

$H_{a,b}(B(p, d), f) = p\cdot f(d) - a\cdot p1\text{-}p\cdot f(d) - b\cdot(1\text{-}2p)\cdot f(d)$ och $dH;dp= f(d) - a\cdot f(d)\cdot 1\text{-}2p;2p1\text{-}p\text{-}2b\cdot f(d)$. Alltså gäller det för alla a, b och f som uppfyller villkoren ovan att $H_{a,b}(B(p,d), f)$ inte är en ökande funktion i p. Derivatan är ju negativ när p ligger nära 0. Därför är inte $H_{a,b}(A, f)$ förenlig med stokastisk dominans och således knappast ett alternativ till E(A, f).

1979 föreslog Hagen följande modifiering av $H_{a,b}(A, f)$:

$H_{g,b}(A, f) = E(A,f)-g(S(A, f))+b\cdot M_3(A, f)/S^2(A, f)+e$ om $S^2(A, f) > 0$. Om $S^2(A, f) = 0$, så är $H_{g,b}(A, f) = E(A, f)$.

Här är g(0) = 0, g(x) > 0 om x > 0, g´(x) > 0 och kontinuerlig och b, e> 0. För att se i vilken utsträckning $H_{g,b}(A, f)$ är förenlig med stokastisk dominans, så beräknar vi dHgb;dpsom ovan och får $dHgb;dp= f(d) - g´(f(d)\cdot p1\text{-}p)\cdot f(d)\cdot 1\text{-}2p;2p1\text{-}p\text{-}2b\cdot f(d)$.

Då $dHgb;dp> 0$ om $b < 0{,}5$ och $g´(f(d)\cdot p1\text{-}p) < 2(1\text{-}2b)(p(1\text{-}p))^{0.5}/(1\text{-}2p)$ om $p < 0{,}5$ och

$g´(f(d)\cdot p1\text{-}p) < 2(1\text{-}2b)(p(1\text{-}p))^{0.5}/(2p\text{-}1)$ om $p > 0{,}5$. Eftersom f(d) kan antaga godtyckligt stora värden, så är $g´(x) < e$, för alla $e > 0$. Alltså är $g´ \equiv 0$. $H_{g,b}(A, f)$ är således inte förenlig med stokastisk dominans.

B5.3.2.2 Fishburn (1983).
I den uppsatsen föreslårFishburn värderingen V(A, f) = EQ \F(E(A, $g_1(f)$);E(A, $g_2(f)$)) . Här är $g_2(x) > 0$.
Då är V reguljär (se avsnitt x ovan) om EQ \F($g_1(x)$;$g_2(x)$) = x. Vi antar att V är reguljär. För att studera hur V beter sig i gemensam-kvot-tester sätter vi $o_3 = 0 = f(0)$ och låter f vara strikt växande. Då är $V(A_p, f) - V(B_p, f) = p \cdot g1fo1;p \cdot g2fo1+1-p \cdot g20- p \cdot g1fo2;p \cdot g2fo2+1-p \cdot g20 > 0$ om
$g_1(f(o_1)) \cdot f(o_1) \cdot (p \cdot g_1(f(o_2))+(1-p) \cdot g_2(0) \cdot f(o_2)) -$
$g_1(f(o_2)) \cdot f(o_2) \cdot (p \cdot g_1(f(o_1))+(1-p) \cdot g_2(0) \cdot f(o_1)) > 0$ iff $p \cdot g_1(f(o_2)) \cdot g_1(f(o_1)) \cdot (f(o_1)-f(o_2))+$
$(1-p) \cdot (g_1(f(o_1)) \cdot f(o_1) \cdot g_2(0) \cdot f(o_2)-g_1(f(o_2)) \cdot f(o_2) \cdot g_2(0) \cdot f(o_1)) > 0$ om
$p \cdot g_1(f(o_2)) \cdot g_1(f(o_1)) \cdot (f(o_1)-f(o_2))+(1-p) \cdot f(o_1) \cdot g_2(0) \cdot f(o_2) \cdot (g_1(f(o_1))-g_1(f(o_2))) > 0$.
Den sista olikheten gäller för alla p, $0 < p < 1$, om $g_1(f(o_1)) = g_1(f(o_2))$. Antag nu att $p < q$ och att $g_1(f(o_1)) = g_1(f(o_2))$. Då är $V(A_p, f) - V(B_q, f) > 0$ om $p \cdot q \cdot g_2(f(o_2)) \cdot (f(o_1)-f(o_2))-f(o_2) \cdot g_2(0) \cdot (q-p) > 0$. Men då medför inte $V(A_p, f) - V(B_q, f) > 0$ att $V(A_{rp}, f) - V(B_{rq}, f) > 0$ för $r < 1$. Därför måste det gälla att $g_1(f(o_1)) > g_1(f(o_2))$. Men då är $V(A_p, f) - V(B_q, f) >$ 0 om $f(o_1) \cdot g_2(0) \cdot f(o_2) \cdot$
$(p \cdot (1-q) \cdot g_1(f(o_1))-q \cdot (1-p) \cdot g_1(f(o_2)))+p \cdot q \cdot g_1(f(o_2)) \cdot g_1(f(o_1)) \cdot (f(o_1)-f(o_2)) > 0$.
Därför är
$V(A_p, f) - V(B_q, f) > 0$ åtminstone om $p \cdot (1-q) \cdot g_1(f(o_1))-q \cdot (1-p) \cdot g_1(f(o_2)) = 0$. Men då gäller också att $V(A_{rp}, f) - V(B_{rq}, f) > 0$, för $0 < r < 1$. V(A, f) uppträder därför i stort sätt som E(A, f) i gemensam-kvot-tester.

B5.3.2.3 Loomes och Sugden (1986)
Detta författarpar hävdar att ånger och besvikelse bör spela en viss roll i samband med beslutsfattande (Loomes and Sugden (1982, 1986)) och i uppsatsen från 1986 förslår de en värdering som använder sig av dessa idéer. Deras arbete anknyter till Bell (1982, 1985) men såvitt jag vet har inte Bell föreslagit någon värdering utan nöjt sig med att diskutera enskilda fall. Loomes och Sugdens förslag är följande:
V(A, f) = 1;n;pi·foi+Dfoi-EAf, $A = (p_1, \ldots, p_n; o_1, \ldots, o_n)$. Här tänks D vara ett mått på upprymdhet eller besvikelse. D är icke-avtagande, deriverbar och $D'(x) < 1$för att V skall vara förenlig med stokastisk dominans. Vidare är D(x) är konvex om $x > 0$ och konkav om $x < 0$. Slutligen är $-D(-x) = D(x)$. För att studera hur V beter sig i gemensam-kvot-tester sätter vi $o_3 = 0 =$ $f(0)$ och låter f vara strikt växande. Då är $V(A_p, f) - V(B_q, f) = p \cdot f(o_1)+(2p-1) \cdot D((1-p) \cdot f(o_1)) - q \cdot f(o_1)-$
$(2q-1) \cdot D((1-q) \cdot f(o_2))$. Men D(x) är konvex om $x > 0$ och $D(0) = 0$. Därför är $D((1-q) \cdot f(o_2)) =$

1-q·fo2·D1-p·fo1;1-p·fo1. Alltså är $V(A_p, f) - V(B_q, f) = p \cdot f(o_1)-q \cdot f(o_1)+$
$D((1-p) \cdot f(o_1)) \cdot ((2p-1) \cdot (1-p) \cdot f(o_1)-(2q-1) \cdot (1-q) \cdot f(o_2) / (1-p) \cdot f(o_1))$. Sätt nu $g(r) =$ $(2r-1) \cdot (1-r)$. Då är h(r) strikt ökande om $r < 0{,}75$ och strikt avtagande om $r >$ 0,75. Alltså har V(A, f) inget försteg framför E(A, f) i gemensam-kvot-tester.

B5.3.2.4 Green och Jullien (1988)
Detta författarpar föreslår en värdering som bygger på idén att vi skall ersätta begreppet värde av ett utfall med begreppet värde av ett utfall givet en viss sannolikhet. Eftersom denna idé strider mot ett av de grundläggande antagandena i normativ beslutsteori och knappast torde kunna användas i några tillämpningar presenteras deras förslag bara för fullständighets skull.

$V(A, f) =$ EQ \I\SU(1;n;$p_i \cdot g_i(f(o_i))$) , $A = (p_1, \ldots, p_n; o_1, \ldots, o_n)$ med $o_1 < \ldots < o_n$.

Här är $g_i(x) =$ EQ \F(1;p_i) $\cdot$ EQ \I(s_{i-1};s_i;$f(f(o_i),t)dt$) , $s_0 = 0$, $s_i = p_1+\ldots+p_i$ och f: $R\times[0,1] \rightarrow R$ som är kontinuerlig, icke-avtagande i den första variabeln och sådan att $f(0,p) \equiv 0$. Om vi sätter $f(x,p) = x$, så får vi som väntat $V(A, f) = E(A, f)$.

För att V skall bli reguljär måste vi ha EQ \I(0;1;$f(x,t)dt$) $= x$, och {p | $f(x,p)$ är inte strikt ökande för alla x } måste ha mått 0 för att V skall vara förenlig med stokastisk dominans. För att studera hur V uppträder i gemensam-kvot-tester nöjer jag mig här med att diskutera fallet $f(x,p) = x \cdot h(p)$, h kontinuerlig i [0,1]. Vidare kan vi på grund av Weierstrass' approximationssats nöja oss med att sätta $h(p) = P_n(p)$ där P_n är ett polynom av grad $n > 0$. Om V skall vara förenlig med stokastisk dominans, så $P_n = 0$ i [0,1], och om P_n skall fungera som en riskaversiv vikt, så måste P_n vara strikt ökande. Därför är $P_n(p) = (n+1)\cdot p^n$ det intressantaste fallet. Sätt nu $A_p = (1-p, p; 0, o_1)$, $B_q = (1-q, q; 0, o_2)$ med $0 < o_2 < o_1$, $0.5 < p < q$, och låt f vara strikt ökande med $f(0) = 0$. Då är $V(A_p, f) - V(B_q, f) = (n+1)\cdot 1\text{-}p;1;fo1\text{-}fo2tndt\text{-} (n+1)\cdot 1\text{-}q;1\text{-}p;fo2tndt> f(o_1)\cdot(1-(1-p)^{n+1}) - f(o_2)\cdot(1-(1-p)^{n+1}+(n+1)\cdot(q-p)\cdot(1-p)^n) > 0$ om $f(o_1) > f(o_2)\cdot(1+n+1\cdot q-p\cdot 1\text{-}pn;1\text{-}1\text{-}pn+1)$. Men $q;p> (1+n+1\cdot q-p\cdot 1\text{-}pn;1\text{-}1\text{-}pn+1)$. Alltså har V(A, f) knappast något försteg framför E(A, f) i gemensam-kvot-tester.

B5.3.2.5 Quiggin (1982)
Quiggin föreslår att en värdering inte direkt skall bygga på utfallens värden och sannolikheter utan att sannolikheterna först skall modifieras på ett lämpligt sätt. Skälet för detta förslag är rent empiriskt: det tycks stämma med försökspersoners beteende. Märkligt nog har ett sådant synsätt fått ett visst antal anhängare under de senaste decennierna. Det förtjänar därför kanske en kommentar. Det enklaste sättet att modfiera sannolikheter är att sätta
$V(A, w, f) =$ EQ \I\SU(1;n;$w(p_i)\cdot f(o_i)$) , $A = (p_1, \ldots, p_n; o_1, \ldots, o_n)$, w: $[0, 1]\rightarrow[0, +\infty]$, $w(0) = 0$.
Om V är reguljär, så $w(1) = 1$. Om V skall vara förenlig med stokastisk dominans, så är w strikt ökande och $w(p)+w(1-p) = 1$. Då w(EQ \F(1;2)) = 1;2. Induktion ger därefter $w(k;2n) = k;2n$, $0 = k = 2^n$. Alltså är $w(x) = x$ om w är kontinuerlig. För att få en annan värdering än E(A, f) föreslår Quiggin därför följande något mer komplicerade värdering:

VA, w, f) = 1;n;wsi-wsi-1·foi. Här är $s_0 = 0$, $s_i = p_1+\ldots+p_i$, w: [0, 1]→[0, +∞], w kontinuerlig och strikt växande med w(0) = 0, w(1) = 1,w(EQ \F(1;2)) = EQ \F(1;2) . Om V skall bete sig bättre än E(A, f) i gemensam-kvot-tester, så måste w vara konvex. Men, som påpekades i Yaari (1987), då är w(x) = x. Vi får ju först w(x) = x sedan w(k;2n) = k;2nvia induktion och slutligen w(x) = x på grund av kontinuitet. Därför är V knappast bättre än E/A, f).
stokastisk dominans, så måste det gälla att g(0) = 0 och g(1) = 1.
För att studera hur V beter sig i gemensam-kvot-tester kan vi sätta A_p = (1-p, p; 0, o_1), B_q = (1-q, q; 0, 0_2) med $0 < 0_2 < o_1$, 0 < p < q, och låta f vara strikt växande med f(0) = 0. Som i avsnitt B5.3.2.4 kan vi sätta g(x) ~ $P_n(x)$ där P_n är ett polynom av grad n och sådant att $P_n(0) = 0$ och $P_n(1) = 1$. Då är $V(A_p, g, f) \sim f(o_1)\cdot P_n(p)$ och $V(B_q, g, f) \sim f(o_2)\cdot P_n(p)$. Vidare är $P_n(p) = p^k\cdot Q_{n-k}(p)$ där $Q_{n-k}(1) = 1$ och $Q_{n-k}(0) > 0$. Alltså gäller det att $V(A_p, g, f) > V(B_q, g, f)$ om $V(A_{rp}, g, f) > V(B_{rq}, g, f)$ när p är nära 1 och r är ett litet tal. V har därför endast ett litet försteg framför E i gemensam-kvot-tester.

Detta fall leder osökt över till några allmänna anmärkningar. Antag att f är strikt växande och att f(0) = 0. Låt vidare V vara en kontinuerlig och reguljär värdering som är förenlig med stokastisk dominans. Sätt g(p) = $V(A_p, f)$. Då är g strikt växande, kontinuerlig, g(0) = 0 och $g(1) = f(o_1)$. Alltså är $V(A_p, f) \sim p^k Q_{n-k}(p)$ där Q är ett polynom sådant att $Q_{n-k}(0) > 0$ och $Q_{n-k}(1) = f(o_1)$. På samma sätt är $V(B_q, f) \sim q^k R_{n-k}(q)$ där $R_{n-k}(0) > 0$ och $R_{n-k}(1) = f(o_2)$. Vidare är $R_{n-k}(x) < Q_{n-k}(x)$, 0 = x = 1. Alltså gäller det att $V(A_p, f) > V(B_q, f)$ om $V(A_{rp}, f) > V(B_{rq}, f)$ när p är nära 1 och r är litet. Därför beter sig alla rimliga värderingar på samma sätt i de viktigaste gemensam-kvot-testerna.

B5.4 Om kontinuerliga värderingar

Detta avsnitt ägnas åt en studie av vissa kontinuerliga värderingar. Speciellt uppmärksammas riskaversiva värderingar och deras relation till gemensam kvot-tester.

B5.4. 1 Värderingar på polynomform för handlingsalternativ med två variabler

Betrakta alla handlingsalternativ (p, 1-p; y, 0) där 0 = p = 1 och 0 = y. Eftersom vi endast önskar studera värderingar v(y) som är kontinuerliga, strikt växande och där v(0) = 0 kan vi ersätta handlingsalternativen med mängden av vektorer (p, v) där 0 = p = 1 och 0 = v. En värdering kan därefter uppfattas som en funktion V(p, v). Exempelvis får vi E((p, 1-p; y, 0), v) = p·v. Denna värdering anses ibland ge oönskade resultat när p ligger nära ett och v är ganska stort. Ofta anses denna brist bero på att ökningstakten hos p·v inte är en strikt växande funktion av p utan konstant och att p·v därför inte kan hantera riskaversion. För att hitta en värdering som är bättre än p·v i detta avseende kan vi börja med att studera alla

värderingar V av grad 2. Då är $V(p, v) = ap^2+bpv+cv^2+dp+ev+f$. Om V är en rimlig värdering, så är V strikt växande i p om $v > 0$ och strikt växande i v om $p > 0$. Vidare är $V(p, 0) \equiv 0$, $V(1, v) \equiv v$ och $V(0, v) \equiv 0$. Alltså är $V(p,v) = p \cdot v$. $p \cdot v$ är således den enda rimliga värderingen av grad 2.

Antag nu att V(p, v) har grad 4. På samma sätt som ovan följer det att V bara kan innehålla blandade termer. Alltså är $V(p, v) = vp(ap^2+(bv+c)p+dv^2+ev+f)$. Antag först att V(p, v) är linjär i v. Då är $V(p, v) = vp(ap^2+cp+f)$. Sätt p = 1. Då är $V(1,v) = v(a+c+f) = v$. Alltså är a+c+f = 1. Således är $V(p,v) = vp(ap^2+cp+1-a-c)$. Men V är strikt växande i p. Alltså är $\partial V/\partial p = v(3ap^2+2cp+1-a-c) > 0$. Då är 1-a-c = 0. Vi önskar att V skall växa så snabbt som möjligt när p går mot 1. Då skall 3a+2c+1-a-c = 2a+c+1 vara så stort som möjligt givet att $v(3ap^2+2cp+1-a-c) > 0$ och a+c = 1. Antag först att $v(3ap^2+2cp+1-a-c) = 0$. Då uppnår 2a+c+1 sitt maximum vid a = 3 och c = -3. Sätt $V(p,v) = vp((3-e)p^2-(3-e)p+1)$ där $e \tilde{} 0$. Då är $\partial V/\partial p = 3v(3-e)((p-1/3)^2+ e/9(3-e)) = v \cdot e/3$. Men då är V:s ökningstakt som lägst när p = 1/3. Men det är inte rimligt eftersom V:s ökningstakt skall vara en växande funktion av p. Alltså skall $\partial^2V/\partial p^2 = v(6ap+2c) > 0$ gälla. Men då är c = 0 och a = 1. Därför är $V(p,v) = vp^3$ den mest riskaversiva värderingen av grad 4 som är linjär i v. Men en sådan värdering beter sig precis som $v \cdot p$ i gemensam-kvot-tester.

Betrakta nu det allmänna fallet dvs $V(p, v) = vp(ap^2+(bv+c)p+dv^2+ev+f)$. Sätt p = 1. Då är $v(a+bv+c)+v(dv^2+ev+f) \equiv v$. Alltså är d = 0, b+e = 0 och a+c+f = 1. Men då är $V(p, v) = vp(ap^2+(bv+c)p-bv+1-a-c)$. Vi får därefter att $\partial V/\partial p = v(3ap^2+2(bv+c)p-bv+1-a-c) > 0$ och att $\partial^2V/\partial p^2 = 2v(3ap+(bv+c)) > 0$. Alltså är 1-a-(c+bv) = 0 och bv+c = 0. Men då är c = 0. Liksom tidigare önskar vi att V skall växa så snabbt som möjligt när p = 1. Alltså skall 2a+bv+c+1 vara så stort som möjigt. Men a = 1. Alltså är $V(p, v) = vp^3$ den mest riskaveriva lösningen. Vi ser också att alla rimliga värderingar av grad 4 är linjära i v. bv+c = 0 medför nämligen att b = 0 och 1-a-(c+bv) = 0 medför att b = 0. Eftersom vi inte kan förutsätta att v har en övre gräns får vi alltså att b = 0.

Om vi önskar jämföra hur vp^3 beter sig i gemensam-kvot-tester i förhållande till en godtycklig värdering av grad 4, så kan vi först antaga att V är linjär i v. Då är $V(p,v) = vp(ap^2+cp+1-a-c)$ där 0 = a, 0 = c, a+c = 1 och c > 0 eller a+c < 1. Antag att p < q och att $v_2 < v_1$. Då är $V(p,v_1)/V(q,v_2)-v_1p^3/v_2q^3 > 0$ om $cpq+(1-a-c)(p+q) > 0$. Alltså är$V(p,v_1)/V(q,v_2)-v_1p^3/v_2q^3 > 0$. För att studera $V(p,v_1)/V(q,v_2)$ närmare kan vi sätta p = r·q där 0 = r = 1. Då är $V(p,v_1)/V(q,v_2) = v_1rq(ar^2q^2+crq+1-a-c)/v_2q(aq^2+cq+1-a-c) = v_1rf_1(q)/v_2f_2(q)$. Alltså är $V(p,v_1)/V(q,v_2)$ avtagande om $acr(r-1)q^2+2a(1-a-c)(r^2-1)q+c(1-a-c)(r-1) < 0$. Men det gäller om r < 1. Därför består V:s försteg framför vp^3 i gemensam-kvot-tester i beteendet när $r \tilde{} 0$.

Betrakta nu en allmän värdering av grad 4 och antag att v har en övre

gräns, säg ett. Då är $V(p,v) = vp(ap^2+(bv+c)p-bv+1-a-c)$ där $0 = a$, $0 = c$, $0 = bv+c$ och $a+bv+c = 1$. För att jämföra $V(p,v_1)/V(q,v_2)$ med v_1p^3/v_2q^3 sätter vi liksom tidigare $0 = r = 1$. Då är $V(r\cdot p,v_1)/V(p,v_2) = v_1pr(ar^2p^2+ (bv_1+c)rp-bv_1+1-a-c)/v_2p(ap^2+(bv_2+c)p-bv_2+1-a-c) = v_1r/v_2\cdot (ar^2p^2+ (bv_1+c)rp-bv_1+1-a-c)/(ap^2+(bv_2+c)p-bv_2+1-a-c)$. Om vi sätter $r = 1$, så får vi $(v_1/v_2)\cdot(ap^2+(bv_1+c)p-bv_1+1-a-c)/(ap^2+(bv_2+c)p-bv_2+1-a-c)$. $p = 1$ ger v_1/v_2 men $p < 1$ kan ge $(v_1/v_2)\cdot k$ där $k < 1$. Men det är inte rimligt eftersom $ap^2+(bv_1+c)p-bv_1+1-a-c = ap^2+(bv_2+c)p-bv_2+1-a-c$ skall gälla för $0 = p = 1$ om $v_1 > v_2$. Därför är $b = 0$. Då är $V(r\cdot p,v_1)/V(p,v_2)-v_1r^3p^3/v_2p^3 = 0$ om $(bv_2+c)\cdot(1-r)rp+b(v_1-v_2)rp-b(v_1-v_2) = 0$. Men denna olikhet gäller eftersom $b = 0$. Vi ser också att $V(r\cdot p,v_1)/V(p,v_2)$ är avtagande i p om $(ar^2(bv_2+c)-ar(bv_1+c))q^2+(2ar^2(1-a-bv_2-c)-2a(1-a-bv_1-c))q+r(bv_1+c)(1-a-bv_2-c)-(bv_2+c)(1-a-bv_1-c) < 0$ if $-arb(v_1-v_2)q^2+2ab(v_1-v_2)q+b(v_1-v_2)(r(1-a-bv_2-c)+bv_2+c) < 0$ if $q^2-2q/r+1/r^2-(1/r^2+(r(1-a-bv_2-c)+bv_2+c)/ar) < 0$ om $(q-1/r)^2-(1/r^2+(r(1-a-bv_2-c)+bv_2+c)/ar) < 0$. Men denna olikhet gäller eftersom $(q-1/r)^2 = 1/r^2$. Därför består V:s försteg framför vp^3 i gemensam-kvot-tester i beteendet när $r \sim 0$.

Låt oss därefter betrakta ett polynom V av grad n och först antaga att V är linjär i v. Vi påminner om att V bara kan innehålla blandade termer. Då är $V(p,v) = vp(a_np^n+a_{n-1}p^{n-1}+\ldots+a_0)$, $n = 3$. Sätt $p = 1$. Då är $V(p,v) \equiv v$. Alltså är $a_0 = 1-(a_n+\ldots a_1)$. V är striktväxande i v. Alltså är $a_np^n+a_{n-p}p^{n-1}+\ldots+a_0 > 0$. Vidare är V strikt växande i p. Men då är $(n+1)a_np^n+na_{n-1}p^{n-1}+\ldots+a_0 > 0$. V:s ökningstakt skall vara en strikt växande funktion av p. Men då är $n(n+1)a_np^{n-1}+n(n-1)a_{n-1}p^n-2 +\ldots+ 2a_1 > 0$. Liksom tidigare önskar vi att $(n+1)a_n+na_{n-1}+\ldots+a_0$ skall vara så stort som möjligt. Sätt $(n+1)a_n+na_{n-1}+\ldots+a_0 < k$. Märk att vi kan välja $k = 2(n+1)^2$, Borwein och Erdélyi (1995, sid 233). Vi önskar jämföra $V(p,v)$ med vp^k när $p \sim 1$. Antag att $v_1 > v_2$. Då är $V(rp,v_1)/ V(p,v_2) = v_1r^k/v_2$ om $f(r) = a_nr^{n+1}p^{n+1}+a_{n-1}r^np^n+\ldots+a_0rp - r^k(a_np^{n+1}+a_np^n+\ldots+a_0p) = 0$. Men $f(1) = 0$ och $df/dr = (n+1)a_nr^np^{n+1}+na_{n-1}r^{n-1}p^n+\ldots+a_0p - kr^{k-1}(a_np^{n+1}+a_np^n+ \ldots+a_0p) - kr^{k-1}(a_np^{n+1}+a_np^n+\ldots+a_0p) = p((n+1)a_n(rp)^n+na_{n-1}(rp)^{n-1}+\ldots +a_0)-kr^{k-1}(a_np^{n+1}+a_np^n+\ldots+a_0p) < 0$ när p och r är nära ett. Därför är $f(r) = 0$ om p och r är nära ett. Vidare är $V(rp,v_1)/ V(p,v_2)$ strikt avtagande i p om $b_{2n-1}p^{2n-1}+\ldots+b_0 = (na_nr^np^{n-1}+\ldots+a_1r)(a_np^n\ldots+a_0) > c_{2n-1}p^{2n-1}+\ldots+c_0 = (a_nr^np^n+\ldots+a_0)\cdot (na_np^{n-1}\ldots+a_1)$. Om $k = 0$ eller $k = 2n-1$, så är $b_k = c_k$. Om $0 < k < n$, så är $b_k = \ldots+a_ma_{k+1-m}(k+1-m)r^{k+1-m}+\ldots$ och $c_k = \ldots+a_ma_{k+1-m}(k+1-m)r^m+\ldots$, $0 = m = k$, och om $n = k < 2n-1$, så är $b_k = \ldots+a_ma_{k+1-m}(k+1-m)r^{k+1-m}+\ldots$ och $c_k = \ldots+a_ma_{k+1-m}\cdot(k+1-m)r^m+\ldots$, $k-n+1 = m = n$. Om $m > k+1-m$, så kommer b_k att innehålla termen $a_ma_{k+1-m}(k+1-m)r^{k+1-m}+a_ma_{k+1-m}mr^m = d$, och c_k kommer att innehålla termen $a_ma_{k+1-m}\cdot(k+1-m)r^m+a_ma_{k+1-m}\, mr^{k+1-m} = e$. Men $d = a_ma_{k+1-m}r^{k+1-m}(k+1-m+m\cdot r^{2m-k-1})$ och $e = a_ma_{k+1-m}r^{k+1-m}(m+(k+1-m)\cdot r^{2m-k-1})$. Alltså är $d < e$. På samma sätt är $d < e$ om $m < k+1-m$. Därför är $b_k < c_k$ om $0 < k < 2n-1$. Men då är $V(rp,v_1)/ V(p,v_2)$ strikt avtagande i. Därför består V:s försteg framför vp^k i gemensam-kvot-tester i beteendet när $r \sim 0$.

Betrakta nu det allmänna fallet dvs $V(p,v) = vp(a_{n,0}p^n+(a_{n-1,1}v+a_{n-1,0})p^{n-1}+\ldots+(a_{0,n}v^n+\ldots +a_{0,0}))$, $n = 3$. Sätt $p = 1$. Då är $V(p,v) \equiv v$. Så $a_{0,n} = 0$, $a_{0,k} = -(a_{n-k,k}+\ldots a_{1,k})$ om $0<k<n$ och $a_{0,0} = 1-(a_{n,0}+\ldots a_{1,0})$. Om V är en rimlig värdering, så är $a_{n,0}p^n+ (a_{n-1,1}v_1+ a_{n-1,0})p^{n-1}+\ldots+(a_{0,n}v_1^n+\ldots +a_{0,0})/a_{n,0}p^n+(a_{n-1,1}v_2+a_{n-1,0})\cdot p^{n-1}+\ldots +(a_{0,n}v_2^n+\ldots +a_{0,0}) = 1$ om $v_1 = v_2$. Liksom tidigare önskar vi studera $V(p, v)$ när $p \sim 1$. Antag att $(n+1)a_{n,0} +n(a_{n-1,1}v_2+a_{n-1,0})+\ldots+$
$(a_{0,n}v_2^n+\ldots +a_{0,0}) < k$ där k är ett naturligt tal. Då är $V(rp,v_1)/V(p,v_2) - v_1(rp)^k/ v_2p^k = 0$ om $f(r) = a_{n,0}r^{n+1}p^n+(a_{n-1,1}v_2+a_{n-1,0})\cdot r^np^{n-1}+\ldots +r(a_{0,n}v_2^n+\ldots+a_{0,0})-r^k(a_{n,0}p^n+(a_{n-1,1}v_2+a_{n-1,0})p^{n-1}+\ldots +(a_{0,n}v_2^n+\ldots +a_{0,0})) = 0$. Om $r = 1$, så är $f(r) = 0$, och $df/dr = (n+1)a_{n,0}r^np^n+n(a_{n-1,1}v_2+a_{n-1,0})r^{n-1}p^{n-1} +\ldots +(a_{0,n}v_2^n+\ldots +a_{0,0})- kr^{k-1}(a_{n,0}p^n+ (a_{n-1,1}v_2+a_{n-1,0})p^{n-1}+\ldots +(a_{0,n}v_2^n+\ldots +a_{0,0})) < 0$ om $p, r \sim 1$. Alltså är $f(r) = 0$ om $p, r \sim 1$. För att studera $V(rp,v_1)/V(p,v_2)$ som en funktion av p utnyttjar vi att $V(rp,v_1)/V(p,v_2) = (V(rp,v_1)/V(p,v_1))\cdot(V(p,v_1)/V(p,v_2))$. På samma sätt som ovan kan det visas att $V(rp,v_1)/V(p,v_1)$ är strikt avtagande i p. Vidare är $V(1,v_1)/V(1,v_2) = v_1/v_2$, och $V(0,v_1)/V(0,v_2) = v_1/v_2$ om $V(p,v)$ har en icke försvinnande koefficient till p^k, $k = n$. Alltså är det rimligt att kräva att $V(p,v_1)/V(p,v_2)$ är avtagande i p. Men då är c $V(rp,v_1)/V(p,v_2)$ strikt avtagande i p. Därför består V:s försteg framför vp^k i gemensam-kvot-tester i beteendet när $r \sim 0$.
Vi bör även påminna om att det inte är lätt att motivera värderinagar som inte är linjära i v.

Slutsats. En riskaversiv person bör basera sitt beslut på en värdering av formen vp^k, $k = 1$.

B5.4.2 Värderingar på polynomform av handlingsalternativ med tre utfall
Betrakta handlingsalternativ av formen $(p_1, p_2, p_3;v_1, v_2, v_3)$ och låt V vara en värdering på polynomform av sådana alternativ. Antag först att V separerar sannolikhetysvariablerna från värdevariablerna och att V är linjär i värdevariablerna . Då är $V(\mathbf{p}, \mathbf{v}) = v_1\cdot f_1(\mathbf{p})+v_2\cdot f_2(\mathbf{p})+v_3\cdot f_3(\mathbf{p})$. Om $v_1 = v_2 = 0$, så är V enbart beroende av p_3. Alltså är f_3 en funktion av p_3. Vi får därför $V(\mathbf{p},\mathbf{v}) = v_1\cdot f_1(p_1)+v_2\cdot f_2(p_2)+v_3\cdot f_3(p_3)$. Om vi sätter $v_1 = v_2 = v > 0$ och $v_3 = 0$, så gan vi sätta $f_1(p_1)+f_2(p_2) = g(p_1+p_2)$. Nu är $f_1(0) = f_2(0) = 0$. Alltså är $g(x) = a_1x+\ldots+a_nx^n$. Vidare är $g(x)+g(y) = g(x+y)$. Men då är $g(2x) = 2g(x) = 2a_1x+\ldots+2^na_nx^n$. Så $n = 1$. Alltså är $V(\mathbf{p}, \mathbf{v}) = v_1\cdot p_1+v_2\cdot p_2+v_3\cdot p_3$. På samma sätt får vi att $V(\mathbf{p}, \mathbf{v}) = g(v_1)\cdot p_1+g(v_2)\cdot p_2+g(v_2)\cdot p_3$ om $V(\mathbf{p},\mathbf{v}) = v_1\cdot f_1(p_1,v_1)+v_2\cdot f_2(p_2,v_2)+v_3\cdot f_3(p_3,v_3)$. För att få andra värderingar måste vi utgå från ett tämligen intrikat samband mellan sannolikheter och värden. Det är inte helt lätt att se hur sådana samband skall kunna motiveras. Vi ser också att den enda värderingen av formen vp^k, $k = 1$, som har fåtts från en rimlig allmän värdering, har formen $p\cdot v$.

B5.5 Allais' exempel och förväntad nytta

B5.5.1 Inledning

Allais' exempel skulle kunna ligga till grund för ett motexempel mot E(A, f) som en valfunktionsgenerator på följande sätt: utgå från olikheterna B > C och E > D, se avsnitt B5.2.4 ovan. Då gäller BE > BD, BE > CE och BE > CD. Här är BE handlingsalternativet att välja B ur {B, C} och E ur {D, E}. Detta svarar i sin tur mot att samtidigt välja b snarare än C och E snarare än D. På utfallsform får BD et c följande utseende:

BD = (0.11, 0.89; $2 \cdot 10^6$, 10^6), BE = (0.1, 0.9; $6 \cdot 10^6$, 10^6), CD = (0.011, 0.089, 0.0979, 0.7932, 0.0089; $6 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, $2 \cdot 10^6$,10^6, 0) och CE = (0.01, 0.089, 0.091, 0.801, 0.009; $10 \cdot 10^6$, $6 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, 10^6, 0),).

Men $P_{BD}(x = 10^6) = P_{BE}(x = 10^6) > P_{CD}(x = 10^6) > P_{CE}(x = 10^6)$. Vidare är $6 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6 > 2 \cdot 10^6 - 10^6$. Därför finns det en funktion $f \in F_3$ __. Alltså kan vi inte ur Allais' exempel sluta oss till att E(A, f) misslyckas som en valfunktionsgenerator på nivån (F_3, 0). Vi kan också, se Malmnäs (1994), konstruera ett system som uppfyller Savages axiom och innehåller olikheterna BE > BD, BE > CD, BE > CE. Ett val av BE är alltså förenligt med den s k sure-thing principle. Slutligen kan motsvarande konstruktion utföras för systemen i von Neumann and Morgenstern (1944), Marschak (1950), Friedman and Savage (1952), Herstein and Milnor (1953), Luce and Raiffa (1957), Pratt, Raiffa and Schlaifer (1964), Krantz, Luce, Suppes, Tversky (1971), se Malmnäs (1990).

B5.5.2. Känslighetsanalyser

Det kan vara av intresse att söka utröna i vilken utsträckning resultatet är beroende av de valda sannolikheterna och vinsterna.

B5.5.2.1 Vinster

Sätt $F_{i.0} = \{f \in F_i \mid f(0) = 0\}$ där i = 1 och $A_f = (a_{11}, \ldots, a_{1n}; f(a_{21}), \ldots, f(_{2n}))$ om $A = (a_{11}, \ldots, a_{1n}; a_{21}, \ldots, a_{2n})$ och $f \in F_{i.0}$. Antag att $f \in F_{2.0}$. Då finns det en funktion $g \in F_{3.0}$ sådan att $E(BE_f, g) > E(BD_f, g)$, $E(BE_f, g) > E(CD_f, g)$, $E(BE_f, g) > E(CE_f, g)$ om $f(5 \cdot 10^6) > 1.1 \cdot f(10^6)$. Men $f(5 \cdot 10^6) > 1.1 \cdot f(10^6)$ om det finns en funktion $g \in F_{3.0}$ sådan att $E(E_f, g) > E(D_f, g)$. Alltså är resultatet ovan inte prisberoende.

B5.5.2.2 Sannolikheter

Sätt B = (1: 10^6), C´ = (1-a-b, b, a; $5 \cdot 10^6$, 10^6, 0), D´ = (1-b, b; 10^6, 0) och E´ = (1-a-b, a+b; $5 \cdot 10^6$, 0).

Här är 0 < a, b < 1 och a+b < 1. Vidare uppfyller a och b villkoret att E(B, f) > E(C', f) om E(D', f) > E(E', f) för alla funktioner $f \in F_1$. Då är BD´= (1-b, b; $2 \cdot 10^6$, 10^6), BE´ = (1-a-b, a+b; $6 \cdot 10^6$, 10^6), C´D´ = ((1-b)(1-a-b), b(1-a-b), b(1-b), a(1-b)+b^2, ab; $6 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, $2 \cdot 10^6$,10^6, 0) och C´E´ = ($(1\text{-a-b})^2$, b(1-a-b), (2a+b)(1-a-b), b(a+b), a(a+b); $10 \cdot 10^6$, $6 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, 10^6, 0). Men då finns det en funktion $g \in F_{3.0}$ sådan att E(BE´, g) > E(BD´, g), E(BE´, g) > E(C´D´,

g), E(BE´, g) > E(C´D´, g) om 4(1-a-b) > a. Nu finns det en funktion g ∈ $F_{3.0}$ sådan att E(E´, g) > E(D´, g) om 4(1-a-b) > a. Alltså är resultatet ovan inte beroende av de valda sannolikheterna.

B5.5.2.3 Sannolikheter och vinster

Antag att f ∈ $F_{2.0}$. Då finns det en funktion g ∈ $F_{3.0}$ sådan att E(BE´f, g) > E(BD´f, g), E(BE´f, g) > E(C´D´f, g), E(BE´f, g) > E(C´E´f, g) om (1-a-b)(f($5\cdot10^6$)-f(10^6)) > a·f(10^6). Men (1-a-b)(f($5\cdot10^6$)-f(10^6)) > a·f(10^6) om det finns en funktion g ∈ $F_{3.0}$ sådan att E(E´f, g) > E(D´f, g). Alltså kan ingen kombination av sannolikheter och vinster påverka resultatet ovan.

B5.5.2.4 Säkerhet

Det kan vara av intresse att studera vilken roll säkerhet spelar i Allais' exempel eftersom den frågan har diskuterats ingående. Låt oss alltså modifiera exemplet något.

Sätt B´ = (1-c, c; 10^6, 0), C´´ = (1-a-b-c, b, a+c; $5\cdot10^6$, 10^6, 0), D´´ = (1-b-c, b+c; 10^6, 0) och E´´ = (1-a-b-c, a+b+c; $5\cdot10^6$, 0). Här är 0 < a, b, c < 1 och a+b+c < 1. Vidare uppfyller a, b, c vilkoret att E(B´, f) > E(C´´, f) om E(D´´, f) > E(E´´, f) för alla funktioner f ∈ F_1. Då är B´D´´= ((1-c)(1-b-c), (1-c)(b+c)+c(1-b-c), c(b+c); $2\cdot10^6$, 10^6, 0), B´E´´ = ((1-c)(1-a-b-c), c(1-a-b-c), (1-c)(a+b+c); $6\cdot10^6$, $5\cdot10^6$, 10^6, 0), C´´D´´ = ((1-b-c)(1-a-b-c), (b+c)(1-a-b-c), b(1-b-c), (a+c)(1-b-c)+b(b+c), (a+c)(b+c); $6\cdot10^6$, $5\cdot10^6$, $2\cdot10^6$,10^6, 0) och C´´E´´ = ((1-a-b-c)^2, b(1-a-b-c), (2a+b+2c)(1-a-b-c), b(a+b+c), (a+c)(a+b+c); $10\cdot10^6$, $6\cdot10^6$, $5\cdot10^6$, 10^6, 0).

För att undersöka om dessa lotterier kan ge ett motexempel på nivån (F_3, 0) kan vi först notera att det finns en funktion g ∈ $F_{3.0}$ sådan att E(E´´, g) > E(D´´, g) om 4(1-a-b-c) > a. Antag nu att g ∈ $F_{3.0}$ och sätt g(2)-g(1) = g(1)-e_1, g(3)-g(2) = g(2)-g(1)-e_2, g(4)-g(3) = g(3)-g(2)-e_3, g(5)-g(4) = g(4)-g(3)-e_4, g(6)-g(5) = g(5)-g(4)-e_5 där 0 < e_1, …,e_5. Då är E(B´E´´, g) > E(B´D´´, g) om (4(1-a-b-c)-a)(g(2)-g(1))-(1-c)(1-a-b-c)(4e_2+3e_3+2e_4+e_5)-c(1-a-b-c)(3e_2+2e_3+e_4) > 0, E(B´E´´, g) > E(C´´D´´, g) om ae_1-(1-a-b-c)(e_2+e_3+e_4+e_5) > 0 och
E(B´E´´, g) > E(C´´E´´, g) om
(a-4(1-a-b-c)(a+b+c))g(1)+(4(1-a-b-c)(a+b+c)-a(1-a-b-c))e_1+(3(1-a-b-c)(a+b+c)-a(1-a-b-c))e_2+(2(1-a-b-c)(a+b+c)-a(1-a-b-c))e_3+((1-a-b-c)(a+b+c)-a(1-a-b-c))e_4-a(1-a-b-c))e_5 > 0.

(i) a < 4(1-a-b-c)(a+b+c).

Sätt e_1 = g(1)-d. Då är E(B´E´´, g)-E(C´´E´´, g) ~ a(a+b+c)g(1)-(4(1-a-b-c)(a+b+c)-a(1-a-b-c))d. Om vi låter d vara tillräckligt litet och e_2, …, e_5 små i jämförelse med e_1 och d, så får vi en lämplig funktion g.

(ii) a = 4(1-a-b-c)(a+b+c).

Låt e_2,…,e_5 vara små jämfört med e_1 och g(1).

B5.5.2.5 Vinster och säkerhet

Antag som ovan att f ∈ $\Phi_{2.0}$. Sätt B´f = (1-c, c; f(10^6), 0), C´´f = (1-a-b-c,

b, a+c; $f(5\cdot10^6)$, $f(10^6)$, 0), D''_f = (1-b-c, b+c; $f(10^6)$, 0) och E''_f =(1-a-b-c, a+b+c; $f(5\cdot10^6)$, 0). Här är $0 < a, b, c < 1$ och $a+b+c < 1$. Vidare skall a, b, c uppfylla villkoret att $E(B'_f, g) > E(C''_f, g)$ om $E(D''_f, g) > E(E''_f, g)$ för alla funktioner $g \in Fl$. Då är $B'_fD''_f$ = ((1-c)(1-b-c), (1-c)(b+c)+c(1-b-c), c(b+c); $2f(10^6)$, $f(10^6)$, 0), $B'_fE''_f$ = ((1-c)(1-a-b-c), c(1-a-b-c), (1-c)(a+b+c); $f(5\cdot10^6)+f(10^6)$, $f(5\cdot10^6)$, $f(10^6)$, 0), $C''_fD''_f$ = ((1-b-c)(1-a-b-c), (b+c)(1-a-b-c), b(1-b-c), (a+c)(1-b-c)+b(b+c), (a+c)(b+c); $f(5\cdot10^6)+f(10^6)$, $f(5\cdot10^6)$, $2f(10^6)$, $f(10^6)$, 0) och $C''_fE''_f$ = ((1-a-b-c)^2, b(1-a-b-c), (2a+b+2c)(1-a-b-c), b(a+b+c), (a+c)(a+b+c); $2f(5\cdot10^6)$, $f(5\cdot10^6)+f(10^6)$, $f(5\cdot10^6)$, $f(10^6)$, 0). För att utröna om dessa lotterier kan ge ett motexempel på nivån (F_3, 0) kan vi först notera att det gäller för alla $g \in F_{3.0}$ att $E(E''_f, g) > E(D''_f, g)$ om (1-a-b-c)(g($f(5\cdot10^6)$)-g($f(10^6)$)) > ag($f(10^6)$). Antag nu att $g \in F_{3.0}$ och sätt (1-a-b-c)(g($f(5\cdot10^6)$)-g($f(10^6)$)) = ag($f(10^6)$)+e_1, g($2f(10^6)$)-g($f(10^6)$) = g($f(10^6)$)-e_2, g($f(5\cdot10^6)+f(10^6)$)-g($2f(10^6)$) = g($f(10^6)$)-e_2-e_3, g($f(5\cdot10^6)+f(10^6)$)-g($f(5\cdot10^6)$) = g($f(10^6)$)-e_2-e_4 där $0 < e_1,\ldots,e_4$. Då är

$E(B'_fE''_f, g) > E(B'_fD''_f, g)$ om $(1-a-b-c)e_1-(1-c)(1-a-b-c)(e_2+e_3)+(1-c)ae_2 > 0$,

$E(B'_fE''_f, g) > E(C''_fD''_f, g)$ om $ae_2-(1-a-b-c)e_3 > 0$ och

$E(B'_fE''_f, g) > E(C''_fE''_f, g)$ om $a(1-a-b-c)g(f(10^6))-(a+b+c)e_1-a(1-a-b-c)(e_2+e_4) > 0$.

Alltså kan vi finna en lämplig funktion g genom att låta e_1 vara litet i förhållande till $g(f(10^6))$ men stort i förhållande till $e_2,\ldots,e_4$ och låta e_2 vara stort i förhållande till e_3.

B5.5.3 Mindre klasser

I detta avsnitt visas det att det finns naturliga delklasser F_i till $F_{3.0}$ sådana att Allais' exempel ger ett motexempel på nivån (F_i ,e) för e> 0. Sätt först

$$g_x(y) = \text{EQ \B\LC\{(\A\CO1\VS6(y if } y = x; x \text{ if } y > x))$$

och $G = \{ g_x \mid x \geq 10^6\}$. Sätt sedan $F_{4.0.e} = \{ f \in F_{3.0} \mid \exists g \in G \forall x \in R\ |f(x)-g(x)| < e\}$. Då är $E(B, g_{106}) = 10^6$, $E(C, g_{106}) = 0.99\cdot10^6$, $E(D, g_{5\cdot106}) = 0.11\cdot10^6$ och $E(E, g_{5\cdot106}) = 0.5\cdot10^6$. Därför gäller det för alla e > 0 att det inte finns något motexempel mot B > C eller mot E > D på nivån ($F_{4.0.e}$, 0). Men $E(BD, g_{106}) = E(BE, g_{106})$ och $\forall x>10^6$ ($E(BD, g_x) > E(BE, g_x) \vee E(CD, g_x) > E(BE, g_x) \vee E(CE, g_x) > E(BE, g_x)$). Alltså är (>,{BE},{BD,CD,CE}) ett motexempel på nivån ($F_{4.0.e}$, e) mot E(A,f) som valfunktionsgenerator om 0 < e.

B5.6 Slutsats

Det är inte troligt att det finns någon enskild värdering som är påtagligt bättre än E(A, f) som preferensgenerator och därmed inte heller som valfunktionsgenerator. Därför finns det ingen större anledning att söka efter andra värderingar. Det gäller i synnerhet för värderingar som är mer komplicerade än E och som därför svårligen kan användas i tillämpningar där det inte finns grund för att ansätta precisa sannolikheter och värden. Den enda utväg ur denna belägenhet som jag känner till är att använda en följd av

värderingar. Den mest lovande följden tycks vara den som börjar med en kvalitativ värdering följd av E. Det är även den följd som förordats ovan. Läsaren bör därvid notera att denna följd inte på ett naturligt sätt kan uppfattas som en attraktiv värdering.

Förkortningar

ALARP - As Low as Reasonably Practicable

DNV - Det Norske Veritas

ppm - parts per million, 1 ppm = 10-6

Referenser

Ageskog, L., Holmberg, P.A. och M. Westman 1998. Redovisning av kostnadsberäkningarna för Plan 98, Arbetsrapport U-98-05, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Alén, C. 1998. On Probability in Geotechnics, Institutionen för geoteknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

Allais, M. 1953. "Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axioms de l'École Americaine", Econometrica, 21, sid 503-546.

— 1979. "The Foundations of a Positive Theory of Choice involving Risk and a Criticism of the Postulates and Axioms of the American School", sid 27 - 145 i M. Allais O. Hagen (red) Expected Utility and the Allais Paradox, Reidel, Dordrecht.

Alonso, J. och P.E. Malmnäs 1998. Riskvärderingsmetoder, Rapport, Industrilogik L4i, Stockholm.

Bell, D. 1982. "Regret in Decision Making under Uncertainty", Operations Research, 30, sid 961-981.

— 1985. "Disappointment in Decision Making under Uncertainty", Operations Research, sid 33, 1-27.

Bennett, G. 1962. "Probability Inequalities for the Sum of Independent Random Variables", Journal of the American Statistical Association , 57, sid 33-45.

Bergström,L., 1991. Cykliska preferenser, i W. Rabinowicz (red) Valets vedermödor, Thales, Stockholm.

Blum, J.R., och J. Rosenblatt, (1967). "On Partial a Priori Information in Statistical Inference", Ann. Math. Statist., 38, sid 1671-1678.

Borwein, P. och T. Erdélyi 1995. Polynomials and Polynomial Inequalities, Springer, New York.

Danielson, M. 1997. Computational Decision Analysis, Instiutionen för data- och systemvetenskap, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm.

Ekenberg, L. 1994. Decision Support in Numerically Imprecise Domains, Institutionen för data- och systemvetenskap, Stockholms universitet, Stockholm

Elgemyr, A. och P.E. Malmnäs 1997. "EMU-frågan som ett beslutsproblem", Tidskrift för politisk filosofi , 2, sid 15 - 32.

Davidsson, G., Lindgren M. och L. Mett 1997. Värdering av risk, Statens räddningsverk, Karlstad.

Fishburn, P. 1983. "Transitive Measurable Utility", Journal of Economic Theory, 31, sid 293-317.

Frantzich, H. 1998. Uncertainty and Risk Analysis in Fire Safety Engineering, Institutionen för brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund.

Friedman, M. och L.J. Savage 1952. "The Expected Utility Hypothesis and Measurable Utility", Journal of Political Economy, 60, sid 463-474.

Green, J. och B. Jullien 1988. "Ordinal Independence in Nonlinear Utility Theory", Journal of Risk and Uncertainty, 1, sid 355-387.

Gärdenfors, P. och N.E. Sahlin, 1982. "Unreliable Probabilities, Risk Taking and Decision Making", Synthese, 52, sid 361-386.

Haeffler, L., Hannah, J., Davidsson, G. och P.A. Akersten 2000. Vägledning för riskbedömning av kyl- och frysanläggningar med ammoniak, Statens räddningsverk, Karlstad.

Hagen, O. 1969. "Separation of Cardinal Utility and Specific Utility of Risk in Theory of Choices under Uncertainty", Statsøkonomisk Tidsskrift , 3, sid 81-107.

— 1972. "A New Axiomatization of Utility under Risk", Teorie a Metoda, IV/2, sid 55-80.

— 1979. "Towards a Positive Theory of Preferences under Risk", sid 271 - 302 i M. Allais and O. Hagen (red) Expected Utility and the Allais Paradox, Reidel, Dordrecht.

Herstein, I.N. och J. Milnor 1953. "An Axiomatic Approach to Measurable Utility", Econometrica, 21, sid 291-297.

Hintze, S. 1994. Risk Analysis in Foundation Engineering with Applications to Piling in Loose Friction Soils in Urban Situations, Avdelningen för jord- och bergmekanik, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm.

Hodges Jr, J.L. och E.L. Lehmann, 1952. "The Use of Previous Experience in Reaching Statistical Decisions", Ann.Math.Statist., 23, sid 396-407.

Hurwicz, L. 1951. "Some Specification Problems and Applications to Econometric Models", Econometrica, 19, 343-344.

Isaksson, T. 1998. Tunneldrivning med sköld - Riskbaserad beslutsmodell, Avdelningen för jord- och bergmekanik, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm.

Jackson, D.A., et al, 1970. "G2-Minimax Estimators in the Exponential Family", Biometrika, 57, sid 439-443.

Johansson, H. 1999. Ekonomisk riskanalys av ABB Automation Products

verksamhet i byggnad 358, Rapport 3102, Institutionen för brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund.

Kahneman, D. och A. Tversky 1979. "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk", Econometrica, 47, 263-293.

Kofler, E. och G. Menges, 1976. Entscheidungen bei unvollständiger Information, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Krantz, D.H., Luce, R.D., Suppes, P. och A. Tversky 1971. Foundations of Measurement. Academic Press, New York.

Lehmann,E.L., 1959. Testing Statistical Hypotheses, John Wiley & Sons, New York.

Levi, I., 1974. "On Indeterminate Probabilities", Journal of Philosophy, 71, sid 391-418.

Loomes, G. och R. Sugden 1982. "Regret Theory: an Alternative Theory of Rational Choice under Uncertainty", The Economic Journal, 92, sid 805-824.

— 1986. "Disappointment and Dynamic Consistency in Choice under Uncertainty", Review of Economic Studies, LIII, sid 271-282.

Luce, R.D. och H. Raiffa 1957. Games and Decisions, John Wiley & Sons, New York.

MacCrimmon, K.R. och S. Larsson 1979. "Utility Theory: Axioms versus 'Paradoxes'", sid 333 - 409 i M. Allais och O. Hagen (red) Expected Utility and the Allais Paradox, Reidel, Dordrecht.

Malmnäs, P.E. 1990. Axiomatic Justifications of the Utility Principle: a Formal Investigation, Rapport, Filosofiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm.

– 1993. Festina lente: en beslutsanalys av kärnavfallsfrågan, Rapport, Filosofiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm.

– 1993a. Gutta - Festina lente: en beslutsanalys av kärnavfallsfrågan - i sammandrag, Rapport, Filosofiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm.

– 1994. "Axiomatic Justifications of the Utility Principle: A Formal Investigation", Synthese, 99, sid 233-249.

æ 1994a. "Towards a Mechanization of Real-life Decisions" sid 231 - 243 i D.Prawitz och D. Westerståhl (red) Logic and Philosophy of Science in Uppsala, Kluwer, Dordrecht.

– 1999. Alisterupphandlingen och beslutsanalys, Rapport BT-dok 99006, Banverket HK, Borlänge.

– och J. Thorbiörnson 2000. Lämpliga metoder för att beräkna kostnaderna för kärnkraftens slutsteg, SKI Rapport 00:24, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

– 2001. Argumentation inför beslut - allmän del, Kompendium, Filosofiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm.

Marschak, J. 1950. "Rational Behaviour, Uncertain Prospects, Measurable

Utility", Econometrica, 18, sid 111-141.

von Neumann, J. och O. Morgenstern 1944. Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press, Princeton.

Persson, K. 1998. Riskhänsyn i fysisk planering, Statens räddningsverk, Karlstad.

Pratt, J.W., Raiffa, H. och R. Schlaifer 1964. "The Foundations of Decision Under Uncertainty: An Elementary Exposition", Journal of the American Statistical Association, 59, sid 353-375.

Quiggin, J. 1982. "A Theory of Anticipated Utility", Journal of Economic Behavior and Organization, 3, sid 323-343.

Randles, R.H., och M. Hollander, 1971. "Y-Minimax Selection Procedures in Treatments versus Control Problems", Ann. Math. Statist., 42, sid 330-341.

Savage, L.J. 1954, 1972. The Foundations of Statistics, John Wiley & Sons, Dover, New York.

Solomon, D.L., 1972. "L- Minimax Estimation of a Multivariate Location Parameter", Journal of the American Statistical Association, 67, sid 641-646.

Sturk, R. 1998. Engineering Geological Information - its Value and Impact on Tunnelling, Avdelningen för jord- och bergmekanik, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm.

Sugden, R. 1986. "New Developments in the Theory of Choice under Uncertainty", Bulletin of Economic Research, 38, 1-24.

Watson, S.R., 1974. "On Bayesian Inference with Incompletely Specified Prior Distributions", Biometrika, 61, sid 193-196.

Weinstein, M.C. och H.V. Fineberg 1980. Clinical Decision Analysis, W.B. Sunders, Philadelphia.

Yaari, M. 1987. "The Dual Theory of Choice under Risk", Econometrica, sid 55, 95-115.

RÄDDNINGSVERKET
BIBLIOTEKET

RLB 18842

RÄDDNINGS VERKET

Qba

Beslut...

äddningsverket, 651 80 Karlstad
on 054-13 50 00, telefax 054-13 56 00
P21-385/02. Telefax 054-13 56 05, telefon 0
ISBN 91-7253-129-0

Räddningsverkets bibliotek
Karlstad
26152008426