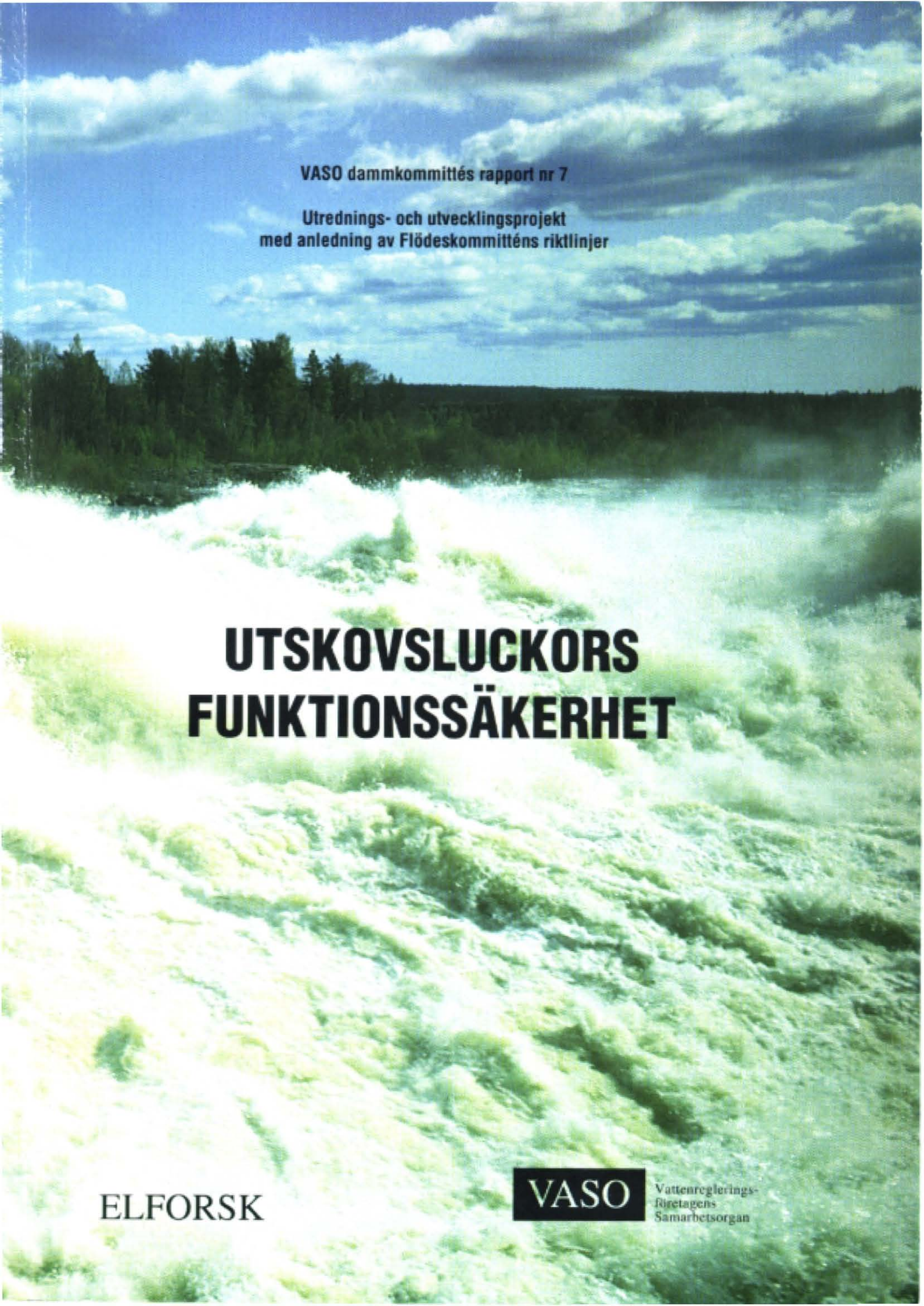




VASO dammkommittés rapport nr 7

Utrednings- och utvecklingsprojekt
med anledning av Flödeskommitténs riktlinjer

UTSKOVSLUCKORS FUNKTIONSSÄKERHET

ELFORSK

VASO

Vattenreglerings-
Företagens
Samarbetsorgan

VASO dammkommittés rapport nr 7

**Utrednings- och utvecklingsprojekt
med anledning av Flödeskommitténs riktlinjer**

UTSKOVSLUCKORS FUNKTIONSSÄKERHET

**Sydkraft Konsult AB
Vattenfall Energisystem AB
Vattenfall AB, Vattenkraft**

Omslagsfoto: Bengt Johansson, Vattenfall
Grafisk form: Fras&Form
Tryck: Spanga Tryckeri AB 1995
ISSN 1400-7827

INNEHÅLL

FÖRORD	i
SAMMANFATTNING	ii
SUMMARY	iii
1. INLEDNING	1
1.1. Projektets bakgrund	1
1.2. Projektets syfte	2
2. UTSKOVSLOCKOR	3
2.1. Lucktyper	3
2.2. Lyftanordningar för luckor	7
2.2.1. Handdrivna lyftanordningar	7
2.2.2. Mekaniska lyftanordningar	7
2.2.3. Hydrauliska lyftanordningar	7
2.3. Isfrihållning och uppvärmning	7
2.3.1. Isfrihållning	7
2.3.2. Uppvärmning	8
3. SÄKERHETSASPEKTER	10
4. GENOMFÖRANDE AV PROJEKTET	11
5. ANALYS OCH VÄRDERINGAR	15
5.1. Byggnadstekniska konstruktioner	15
5.1.1. Spelhus – avsaknad av eller dåligt isolerat	15
5.1.2. Läckage under tröskel och runt falsar	15
5.1.3. Olämplig utformning med isproblem som följd	16
5.1.4. Bristande underhåll spetluckor	16
5.1.5. Infästningar i betong	17
5.2. Mekanisk utrustning	17
5.2.1. Lucktyper	17
5.2.1.1. Segmentlucka	17
5.2.1.2. Sektorlucka	17
5.2.1.3. Planlucka	17
5.2.1.4. Valslucka	18
5.2.1.5. Spetluckor	18
5.2.2. Lyftanordningar för luckor	18
5.2.2.1. Handdrivna lyftanordningar	18
5.2.2.2. Mekaniska lyftanordningar	19
5.2.2.3. Hydrauliska lyftanordningar	20
5.2.3. Sidotätningar	21
5.2.4. Isfrihållning och uppvärmning	21
5.2.4.1. Isfrihållning	21
5.2.4.2. Uppvärmning	22
5.3. Elektrisk utrustning	23

5.3.1.	Kraftmatning	23
5.3.2.	Manöveranordningar	24
5.3.3.	Automatiker	26
5.3.4.	Skydd	26
5.3.5.	Fjärrkontroll	26
5.3.6.	Lägesgivare	27
5.3.7.	Gränslägesbrytare	27
5.3.8.	Belysning	28
5.4.	Brandsäkerhet	29
5.5.	Organisation	29
5.6.	Drift och underhåll	30
6.	REKOMMENDATIONER FÖR ÖKAD AVBÖRDNINGSSÄKERHET	31
6.1.	Byggnadstekniska konstruktioner	31
6.2.	Mekanisk utrustning	32
6.2.1.	Segmentlucka	32
6.2.2.	Sektorlucka	32
6.2.3.	Planlucka	32
6.2.4.	Valslucka	33
6.2.5.	Lyftanordningar	33
6.2.5.1.	<i>Allmänt</i>	33
6.2.5.2.	<i>Mekaniska lyftanordningar</i>	33
6.2.5.3.	<i>Hydrauliska lyftanordningar</i>	34
6.2.6.	Isfrihallning och uppvärmning	34
6.2.6.1.	<i>Allmänt</i>	34
6.2.6.2.	<i>Isfrihallning</i>	35
6.2.6.3.	<i>Uppvärmning</i>	36
6.3.	Elektrisk utrustning	36
6.3.1.	Systemuppbyggnad	36
6.3.2.	Motordriftsystem	40
6.3.3.	Hjälpkraft	41
6.3.3.1.	<i>Dieselreservkraftanläggningar</i>	41
6.3.3.2.	<i>Likströmssystem</i>	42
6.3.3.3.	<i>Avbrottsfri kraft (UPS)</i>	43
6.3.4.	Automatiker	43
6.3.5.	Katastrofskydd (KAS)	43
6.3.6.	Nivågivare för vattenstand	44
6.3.7.	Gränslägesbrytare	44
6.4.	Brandsäkerhet	45
6.5.	Organisation	46
6.5.1.	Allmänt	46
6.5.2.	Ägarens organisation	46
6.5.3.	Ägarens kontrollrutiner	47
6.5.4.	Beredskap och räddningstjänst	48
7.	REFERENSER	49
8.	BILAGOR	51

FÖRORD

Vattenkraftutbyggnaden och därmed byggande av stora dammar startade i stor skala i Sverige efter andra världskriget och var mest omfattande under 50- och 60-talen.

Principerna för utformning och konstruktion av dammanläggningarna under denna intensiva utbyggnadsperiod äger i huvudsak sin giltighet fortfarande.

Vad avser krav på utskovens avbördningsförmåga har dessa föreslagits av dammägarna och (efter eventuella justeringar) fastställts av vattendomstol med SMHI som sakkunnig. Kriterierna i detta avseende kan därför sägas ha etablerats gemensamt av dammägarna och SMHI.

Under 1980-talet ifrågasattes i Sverige, såsom tidigare skett i många andra länder, de etablerade principerna för utskovsdimensionering. Flödeskommittén, som tillsattes av kraftindustrin och SMHI för att utreda flödesriskerna, föreslog i sin slutrapport ett nytt sätt att beräkna dimensionerande tillrinning. Kriterierna innebär att dammar med allvarliga brottkonsekvenser skall kunna klara ett påtagligt högre tillflöde än vad man tidigare räknat med.

För att på ett säkert och kostnadseffektivt sätt kunna anpassa dammbeståndet till de nya kraven har ett stort antal utredningar och utvecklingsprojekt genomförts. Dessa projekt har genomförts på uppdrag av VASO dammkommitté, som är kraftindustrins gemensamma organ i dammsäkerhetsfrågor och bland annat har till uppgift att samordna dammarnas anpassning till de nya riktlinjerna. Den styrgrupp som lett arbetet har bestått av Harald Eriksson – Sydkraft, som varit ordförande, Sten Lasu – Svenska Kraftverksföreningen, Lennart Markland – Vattenregleringsföretagen samt Malte Cederström och Urban Norstedt – Vattenfall.

För varje projekt finns en rapport och därtill finns en sammanfattande rapport över hela arbetet, huvudrapporten (nr 1), vilken även innehåller en sammanställning över de rapporter som ingår i serien.

Föreliggande projekt har genomförts av Sydkraft Konsult AB i samverkan med Vattenfall AB (Vattenkraft) och Vattenfall Energisystem AB. Harald Eriksson – Sydkraft, Sten Lasu – Kraftverksföreningen och Malte Cederström – Vattenfall har ingått i projektets styrgrupp.

Syftet med arbetet är att ge underlag för analys av vanligen förekommande lucksystems säkerhet. I rapporten ges säkerhetsbedömningar och förslag rörande tekniska konstruktioner och utrustningar och poängteras vikten av genomarbetade drift- och underhållsrutiner, liksom av utbildning, övning och beredskap för extrema situationer. Rapporten diskuterar även krav på organisation för upprätthållande av god avbördnings säkerhet.

Med utgångspunkt från en i projektet genomförd enkät och intervjuer med driftpersonal vid ett antal kraftföretag har felträdsanalyser genomförts för olika lucktyper. Dessa redovisas kortfattat i en bilaga till rapporten och de fullständiga redovisningarna av felträden redovisas i en separat rapport, som finns hos Elforsk. Konkreta felträdsanalyser har genomförts för utskovsluckorna i Yngeredfors kraftverk (Sydkraft) och tidigare inom Vattenfall för Stadforsens kraftverk (Vattenfall) och finns hos respektive företag.

Rapporten kommer även att användas som underlag i det gemensamma arbete som pågår inom kraftindustrin beträffande gemensamma riktlinjer för kraftföretagens dammsäkerhet, vari även ett gemensamt rapporteringssystem ingår.

SAMMANFATTNING

Denna rapport om avbördningsluckors säkerhet och tillförlitlighet har genomförts av Sydkraft Konsult i samarbete med Vattenfall Energisystem AB och Vattenfall Vattenkraft.

I ett första skede insamlades uppgifter om felfrekvenser, vanligast förekommande fel och eventuella haverier på befintliga utskovsluckor genom en enkätundersökning omfattande de större kraft- och regleringsföretagen i landet. Enkäten följdes upp med personliga besök och telefonintervjuer för en mera detaljerad faktainsamling.

Utredningen utökades sedan i ett andra skede till att även omfatta åtgärdsförslag och senare även felträds- och säkerhetsanalys.

Fel- och probleminventeringarna visade att allvarigare incidenter eller haverier på grund av bristande funktioner hos luckor är sällsynta. Inom kraftindustrin pågår ett fortlöpande arbete för att vidmakthålla och förbättra hög avbördnings säkerhet. Nedan anges några områden av särskild vikt eller där problem visat sig vanliga och som därför bör uppmärksammas särskilt.

Brister i funktionen hos gränslägesbrytare är ett vanligt problem som kan leda till allvarliga störningar och i värsta fall haveri på lucka eller i maskineri. Andra exempel på orsaker till störd eller utebliven funktion är problem med lagersmörjning på segment- och sektorluckor, linbrott, fastfrysning samt bortfall av kommunikationslänkar. Brister i organisation och ansvarsfördelning är en annan inte oväsentlig orsak till störningar.

Gränslägesfunktioner och systemuppbyggnad i sin helhet men särskilt för reservkraft, övervakning och katastrofskydd (KAS) bör ägnas större uppmärksamhet. Branschgemensamma rekommendationer bör utarbetas. Likaså bör uppvärmnings- och isfrihållningsutrustning övervakas så att fel upptäcks i god tid och inte blir en överraskning då luckan skall manövreras.

Konstruktioner och metoder för effektiv lagersmörjning på såväl nya som befintliga luckor bör utvecklas.

Gemensamma kravspecifikationer och konstruktionsanvisningar för luckor och lyftanordningar bör utarbetas inom branschen.

Översiktsschema med huvuddata för hela avbördningsfunktionen (pegel, luckor etc) bör finnas vid varje anläggning. Likaså bör enhetlig märkning av utskovsluckor i en anläggning införas då det är en förutsättning för att rätt lucka manövreras.

Likartade anvisningar för besiktningar, tillståndskontroll och tillsyn av luckor och lyftanordningar bör tillämpas inom hela kraftindustrin.

För övning och kontroll bör extrema situationer som långvariga strömavbrott och stora flöden inom hela driftområden övas oftare.

System för incidentrapportering bör förbättras genom att rutiner för delgivning inom kraftindustrin upprättas, vilket kan leda till förbättrade konstruktioner och säkerhetsrutiner.

SUMMARY

This report regarding the safety and reliability of spillway gates has been produced by Sydkraft Konsult in cooperation with Vattenfall Energisystem and Vattenfall Vattenkraft.

The first stage consisted of collecting information about the error frequency, the most common errors and also possible breakdowns of existing spillway gates by an inquiry covering major hydropower and water regulation enterprises in Sweden. The inquiry was followed by personal visits and telephone interviews to ensure a more detailed compilation of facts. The investigation was subsequently expanded into a second stage which proposed measures and later on also included event trees and safety analysis.

The inventories of errors and problems showed that more serious incidents or breakdowns due to the lack of gate functions are very rare. The power industry works constantly at maintaining and improving a high level of discharge safety. Stated below are a few areas of special importance or where problems have proved to be comparatively usual and thus should render special attention.

Shortages in the function of limit switches is a common problem which can cause serious disturbances, perhaps even a breakdown of a gate or the machinery. Problems with the lubrication of bearings in segment and sector gates, wire fracture, freezing and loss of communication links can also cause disturbance or absence of a function. Other, not unessential, causes of disturbances are shortages in the organisation and the division of responsibility.

Attention should be drawn to limit functions and system design and especially to auxiliary power, monitoring and the protection system which automatically opens gates if the water level becomes too high. Recommendations for the entire hydro power industry should be established.

Designs and methods for effective bearing lubrication on new as well as existing gates should be developed. Equipment for heating and anti-icing should be monitored in order to discover errors as early as possible and avoid being surprised by a malfunctioning gate. Joint design guidelines on gates and lifting devices should be established for the hydro power industry.

A homogeneous marking of spillway gates within a plant should be introduced to ensure manoeuvring of the correct gates. A schedule outlining the main data for the entire discharge apparatus (gauges, gates etc) should be available at every plant.

Similar instructions regarding inspections, condition control and monitoring of gates and lifting devices should be followed by the entire hydro power industry.

The frequency of training for extreme situations such as long-term power failures and large floods at the same time at several power stations along a river should be increased.

Improved routines regarding the reporting of incidents should be established within the power industry.

1. INLEDNING

I den svenska vattenlagen [1] anges vilket ansvar som åligger dammägare beträffande dammar och därmed också avbördningssäkerheten för dammbyggnader vid kraftstationer och regleringsmagasin. Detta har tidigare varit föremål för ett antal utredningar såväl inom VAST-företagen som inom Vattenfall.

Flödeskommittén har kommit med nya riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammar.

Extrema flöden förutsätts, enligt Flödeskommittén, åtminstone för större delen av landet inträffa under den del av året då vinterförhållande inte råder. Oavsett detta behandlas luckors vinterberedskap i denna utredning eftersom funktionen är viktig även vid t ex frångång.

VASO Dammkommitté har med de nya riktlinjerna som bakgrund beslutat om ett utrednings- och utvecklingsprogram för att se över dammsäkerheten.

Ett delprojekt är att undersöka befintliga avbördningsluckors säkerhet, studera felfrekvenser, felorsaker och feltyper samt att föreslå lämpliga åtgärder för att förbättra lucksäkerheten. Detta projekt har genomförts av Sydkraft Konsult AB i samarbete med Vattenfall Energisystem AB och Vattenfall AB, Vattenkraft.

Utredningsgruppen har bestått av:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| • Bengt Lundh | Sydkraft Konsult AB |
| • Stefan Lagerholm (författare) | .. |
| • Olle Mill | .. |
| • Teuvo Piirainen | .. |
| • Jozsef Piroksa | Vattenfall Energisystem AB |
| • John Viklund | Vattenfall AB, Vattenkraft |

1.1. Projektets bakgrund

Utskovsluckor installeras i regleringsmagasin och vid kraftstationer så att det är möjligt att reglera magasinens vattenyta (övy) och de dämningsskänkel som angavs i vattendomen för berörda objekt kan innehållas.

Den allra viktigaste uppgiften för utskovsluckor är att på ett kontrollerat sätt avbörda vattnet vid maskinfrångång och stora flöden så att skador inte uppstår på människor och omgivning.

De förfinade reglerutrustningar som numera finns att tillgå, möjliggör en reglering av övy med mycket snäva gränser till den i vattendomen fastställda högsta dämningsskänkel, och detta utnyttjas ofta för uppnående av maximal fallhöjd. Mycket stora krav måste således ställas på snabb och säker funktion av utskovsluckorna.

Det är mycket viktigt att utskovsluckor och dess kringutrustning behandlas med allra största respekt med tanke på vilka konsekvenser en utebliven funktion kan få i en krissituation.

Vanligtvis är flera utskov placerade vid sidan av varandra för att täcka aktuellt avbördningskrav. Ofta förekommer då en kombination av olika lucktyper såsom:

- Segmentluckor – sektorluckor
- Segmentluckor – planluckor
- Planluckor – spettluckor

Dessa kombinationer beror till stor del på den historiska utvecklingen med flottningsluckor, men givetvis också på behovet av isutskov. Flera olika lucktyper kan också vara en fördel med tanke på avbördnings säkerheten.

Fler och fler utskov förses med automatisk vattennivåreglering och katastrofskyddsfunktion (KAS) och detta innebär en förbättring av driftsäkerhet och tillförlitlighet.

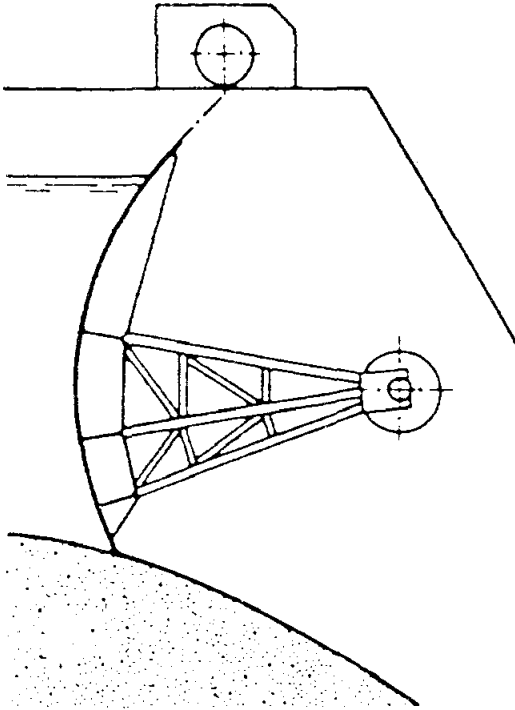
1.2. Projektets syfte

Målsättning för gruppen var att ur ett brett statistikunderlag få överblick av feltyper, felfrekvenser och enstaka anmärkningsvärda felorsaker för de vanligast förekommande lucktyperna. Dessa uppgifter skulle sedan analyseras och bearbetats för att utröna i vad mån dessa händelser påverkat lucksäkerheten. Slutmålet har varit att föreslå åtgärder som förbättrar befintliga utskovsluckors säkerhet och tillförlitlighet och som dessutom kan vara riktlinjer vid planering av nya utskovsluckor.

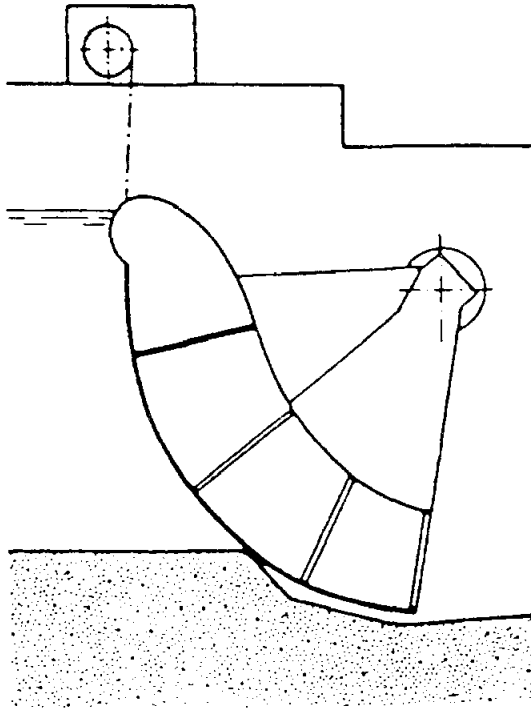
2. UTSKOVSLUCKOR

2.1. Lucktyper

Segmentlucka



Figur 2.1.1. Segmentlucka.



Figur 2.1.2. Segmentlucka (vagglucka).

Namnet kommer av att luckbladet har formen av ett cirkelsegment.

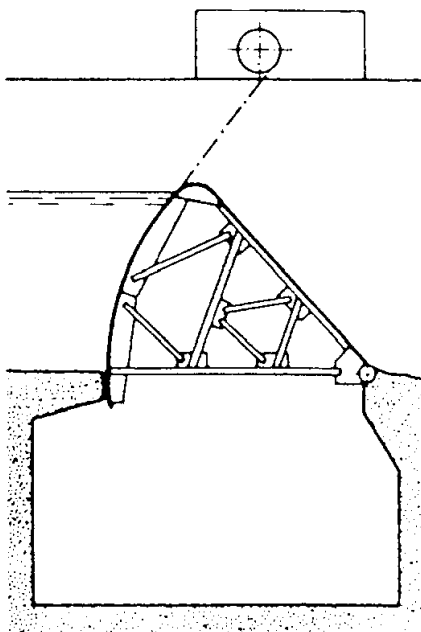
Segmentluckan är en radiallucka som öppnas genom att luckan höjs och vattnet strömmar under luckbladet. Lucktypen användes såväl i ytutskov som i bottenutskov. Vid bottenutskov är luckorna försedda med topptätning. Nedåtgående segmentluckor (vaggluckor) förekommer endast som ytutskov.

Manöver av luckan sker antingen med direktverkande hydraulcylindrar, kuggstångs-, lin-, kedje- eller hydraulspel.

Det förekommer luckor med:

- Spel på en sida.
- Spel på båda sidor. Spelmaskinerna är då vanligen sammanbundna med mekanisk parallell axel eller så är de elektriskt synkroniserade (elektrisk axel).
- Hydraulcylindrar på mitten av luckan, på en sida eller på båda sidor av luckan.

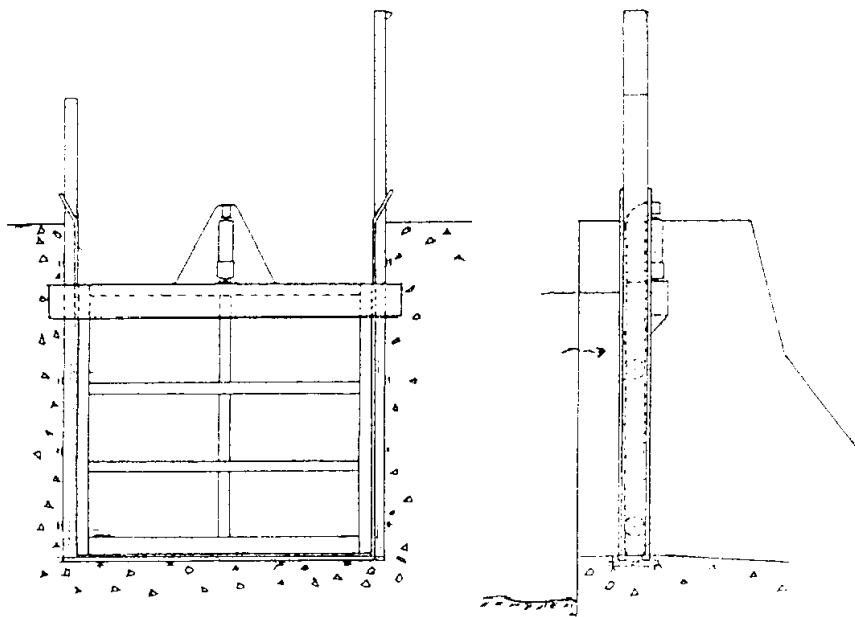
Sektorlucka



Figur 2.1.3. Sektorlucka.

Sektorluckan är en radial överströmningslucka. Luckan öppnas genom att den sänks ner i en luckgrop och vattnet strömmar över luckan. Denna typ användes vanligen som flottningslucka eller isutskov. Manövrering sker med hydraulcylinder eller spel på liknande sätt som för segmentluckor.

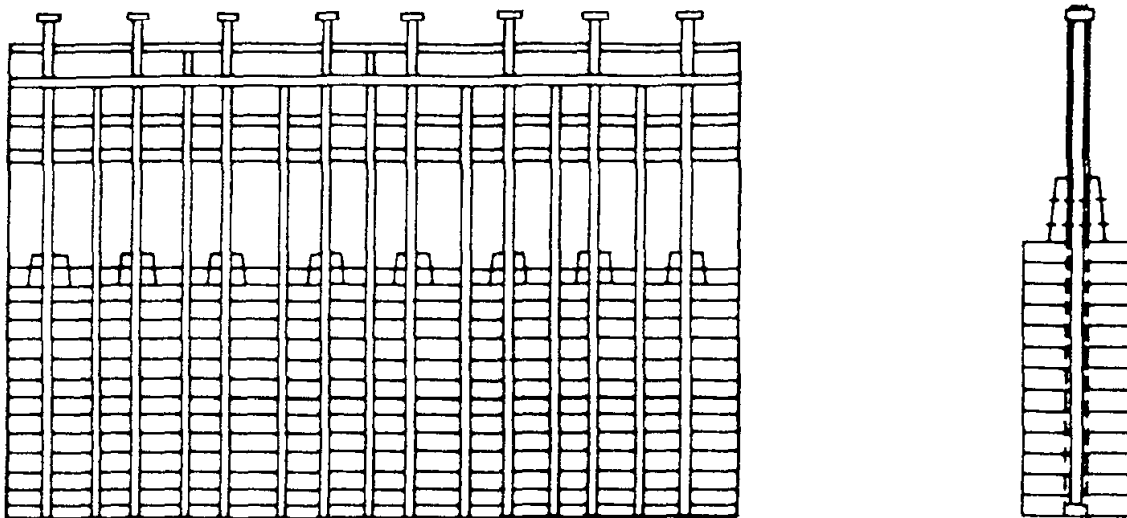
Planlucka



Figur 2.1.4. Planlucka.

Luckbladet är i regel en plan stålkonstruktion. Lucktypen är en robust konstruktion med hjul eller glidlistor i vertikala falsar. Den manövreras vanligtvis med enkla eller dubbelverkande hydraulkolvar eller skruvdomkrafter. Spel eller domkrafter är placerade antingen på mitten av luckan eller vid varje sida. Det förekommer också manövrer med telfer som hänger i en överliggande bom. Lucktypen förekommer oftast i mindre utskov.

Spettlucka



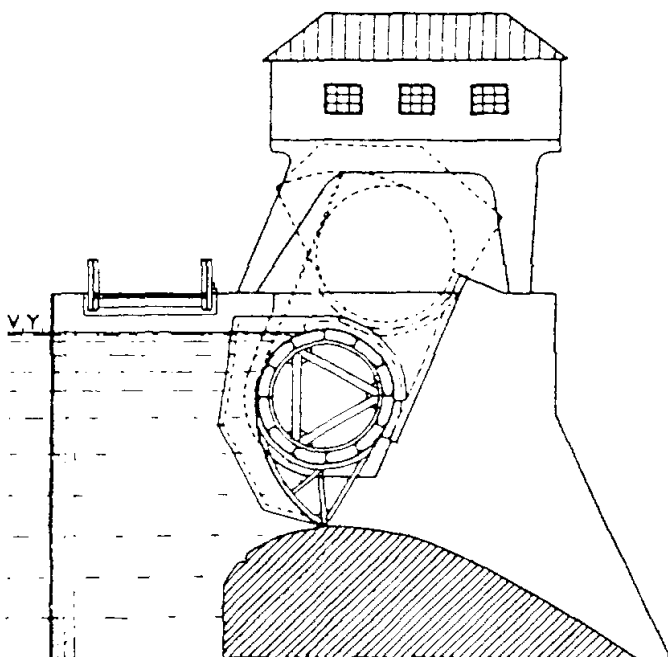
Figur 2.1.5. Spettlucksparti.

Spettluckan är en planlucka av enklare konstruktion ofta med luckblad av trä. Namnet kommer från att lucktypen ursprungligen manövrerades med hjälp av spett. På senare tid har hydrauliska domkrafter och motordrivna hasplar börjat användas för manövrering.

Spettluckor förekommer oftast i stort antal i samma utskov då bredden av varje lucka är mycket begränsad, sällan överstigande 1 m. Spettlucksutskov är därför känsliga för igensättning av is och drivgoods.

Luckan glider i vertikala falsar och har normalt varken glidlist eller hjul.

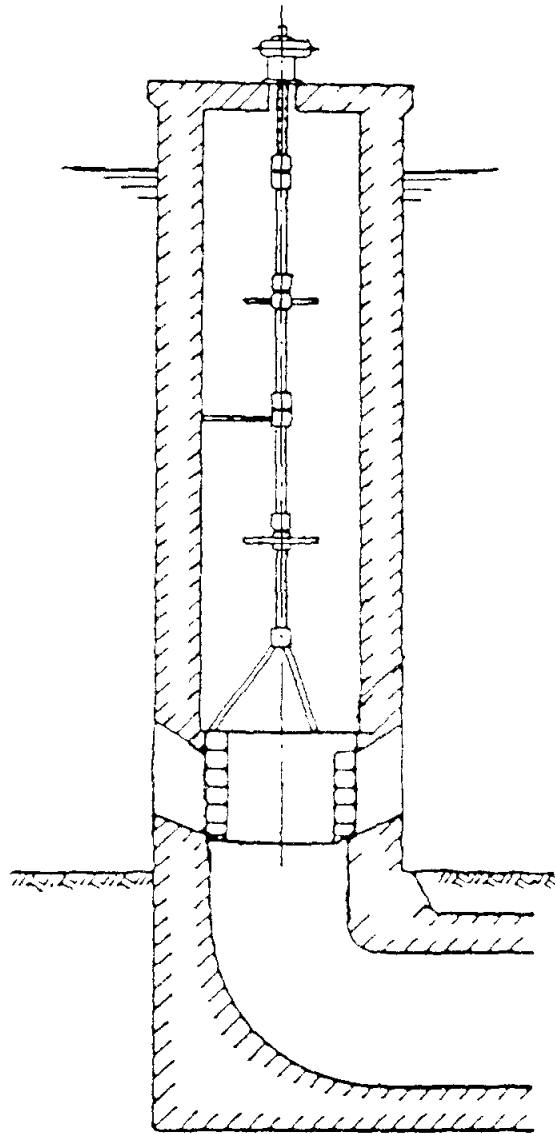
Valslucka



Figur 2.1.6. Valslucka.

Valsar är fördelaktiga då man vill ha mycket breda öppningar, de rullar mot en bana av stål eller betong och hissas vanligen med motordrivet kedjespel samt går ned av egen tyngd. De är driftsäkra och lämpliga för manöver vintertid.

Cylinderlucka



Figur 2.1.7. Cylinderlucka.

Cylinderluckor användes vanligast i bottenutskov och manövreras med linspel eller hydraulcylinder.

Sättar och nålar

För mindre utskov används även horisontella bjälksättar eller vertikala nålar som är en enkel, bra och billig lösning. Sättarna är vanligtvis av stål, trä eller betong och nålarna av trä eller stål. Vanligtvis manövreras de en och en för hand med hjälp av dävert eller mobilkran. De är enkla att få upp i en nödsituation men såväl nålar som sättar är svåra att sätta i strömmande vatten. Svårigheten att sätta och ta upp dem ökar med vattendjupet. Skruvspel förekommer på mindre och medelstora utskov.

2.2. Lyftanordningar för luckor

2.2.1. Handdrivna lyftanordningar

- Spaklyftblock
- Spettlyft
- Handdrivna spel med vev
- Hydraulisk handpump

2.2.2. Mekaniska lyftanordningar

- **Skruvspel**

Skruvspel består vanligen av 2 st trapetsgångade skruvar och utgör en vanlig ersättning för spettlyft, men används även som lyftanordning på mindre planluckor.

- **Kuggstångspel**

Kuggstång används för manöver av både stora och små luckor. Denna typ av spel väljs då det fordras en nedåtriktad kraft för stängning av luckan.

- **Lyftspjut**

Lyft av sättluckor med så kallad lyftspjut förekommer. Lyftspjutet sticks ned i hål i sättpaketet och vrids om för samtidigt lyft av ett antal sättar.

- **Lin- och kättingspel**

Linspel är den vanligaste typen av spel för luckor som går ned av egen tyngd. Kättingspel förekommer endast vid äldre anläggningar.

2.2.3. Hydrauliska lyftanordningar

Hydrauliska spel förekommer med:

- Hydraulcylinder direkt ansluten till lucka.
- Hydraulcylinder(rar) som över brythjul och kätting (kedja) är kopplade till lucka.
- Hydraulmotor som överför kraften till lucka via linor, kätting eller kuggstång.

Mobila hydraulspel förekommer för spett- och planluckor.

2.3. Isfrihållning och uppvärmning

2.3.1. Isfrihållning

Val av lämplig utrustning för isfrihållning uppströms luckorna bestäms i huvudsak av vattendraget, vattentemperaturen, nivåreglering och luckans placering i dammkroppen. Det är svårt att ge generella anvisningar vilken typ av utrustning som fungerar bäst i en viss

station. Isfrihållningsutrustningen kan ej ersätta luckvärmnen utan endast hålla vattenytan fri från is.

De vanligast förekommande typerna av isfrihållningsutrustningar är:

- **Utsläpp av kylvatten uppströms lucka**
Kylvatten från kraftstationen släpps ut från ett rör placerat längs luckbladsplåten, ovanför högsta vattenyta.
 - **Strålvärmare ovanför vattenytan**
Strålvärmare som placeras längs bordläggningen ovanför vattenytan håller ytvattnet isfritt. De kan kombineras med strålvärme inuti luckan.
 - **Strålvärmare inuti lucka**
Strålvärmare placeras inuti luckan, riktade mot bordläggningen i höjd med vattenytan.
 - **Strömningsbildare uppströms lucka**
Strömningsbildare placeras uppströms lucka.
 - **Vattenpump placerad i lucka**
Pump placeras inne i lucka med vattenintag genom bordläggning. Vatten pumpas ut genom munstycken placerade direkt i bordläggningsplåten eller genom rör försedda med hål och upphängda på bordläggningen. Munstycken respektive hål placeras med ca 0,25–0,6 m centrumavstånd och strax under lägsta vattenyta.
- Metoden kan byggas på två principer:
- Värmare bottenvatten förs upp till ytan.
 - Vattnet i ytskiktet ges en så hög omrörningshastighet att frysning inte sker.
- **Pumpar nedsänkta i vatten uppströms lucka**
Pump placerad under lägsta vattenyta pumpar det varmare bottenvattnet till horisontella spridarrör på luckbladet. Rören är försedda med hål enligt föregående avsnitt.
 - **Luftblåsning genom munstycken placerade i bordläggningen**
Tryckluft blåses genom munstycken placerade i bordläggningen nedtill på luckan.
 - **Utsläpp av tryckluft uppströms lucka**
Tryckluft släpps ut genom hål i ett långsgående rör som är upphängt ett par meter under lägsta vattenyta uppströms bordläggning.

2.3.2. Uppvärmning

I VASTs rapport "Avbördningssäkerhet vid vattenkraftstationer" [2] påtalas bland annat vikten av att utskoven skall fungera även vintertid. Således bör särskild uppmärksamhet ägnas åt detta vid planering av uppvärmningsanordningar. Utskovskapacitet mot svarande utbyggnadsvattenföringen utrustad med uppvärmningsanordningar, för att säkra manöverbarhet vid vinterförhållanden, är ej alltid tillräckligt.

Vid de stora och ofta moderna anläggningarna i norra Sverige, är i regel tillräcklig utskovskapacitet utrustad med värme för att säkra avbördning av vinterflödena. I de äldre anläggningarna i södra och mellersta Sverige förekommer däremot brister i detta avseende. Detta måste beaktas då de största flödena mycket väl kan inträffa vintertid i södra delen av vårt land.

Utskovsluckor är i allmänhet inte dimensionerade för islast. För att förhindra isbildning mot lucka kan uppvärmning eller omrörning av vatten användas. Uppvärmning av luckan ger en liten spalt (några mm) mellan istäcke och lucka. Om istäcket kan röra sig nedströms kommer luckan att belastas. Om luckan lyftes och luckans orundhet är större än ovan nämnda spalt, kommer luckans rörelse att hindras av isen. Luckvärmen bör därför vara kompletterad med isfrihållningsutrustning.

Det går inte att ange vilken uppvärmningsmetod som generellt sett är bäst. Erfarenheter och lokala faktorer och driftvillkor måste vara vägledande vid val av metod.

- **Vätskeburen falsvärme**

- **Falsvärme med element**

Eluppvärmda falsar kan delas i två olika grupper:

- Ingjutna motståndselement i betong
- Instickselvärmeelement monterade i ingjutna rör i falsar

- **Luckbladsvärme med aerotemper**

Invändig uppvärmning av lucka med aerotemper.

- **Värmekabel på luckbladets insida**

Luckbladsplåten värms med värmekabel på insidan.

- **Luftavfuktare**

För att erhålla bättre klimat i utrymmet mellan luckblad och isolering och för att förhindra korrosion kompletteras olika luckbladsvärmesystem med luftavfuktare. Användning av luftavfuktare är också energibesparande jämfört med system som bygger på torkning med uppvärmd luft.

3. SÄKERHETSASPEKTER

Enligt vattenlagen skall den som äger en vattenanläggning underhålla den så att det inte uppkommer skada för allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Vidare skall vattenföretag som inverkar på vattenförhållandena drivas så att de inte i onödan skadar allmänna eller enskilda intressen.

Avbördningssäkerheten är ofta avgörande för den totala dammsäkerheten. Det är således mycket viktigt att kravet på säker avbördning prioriteras högt såväl vid projektering, dimensionering och konstruktion av avbördningsanordningar som vid underhållsplanering, tillsyn och funktionskontroll.

Viktigt är att tillräckligt breda utskov byggs så att risken för igensättning minimeras. Detta behandlas i en rapport om drivgods vid dammar i denna serie.

Säkerheten hos hela avbördningssystemet beror på många olika faktorer såsom:

- Konstruktion
- Utförande
- Underhåll
- Magasinskapacitet/stighastighet
- Möjlig reservmanöver
- Risk för störningar på systemet
- Hjälpkraftförsörjning
- Övervakningsutrustning
- Funktionsseparering/redundans
- Kvalitet på ingående komponenter
- Funktionskontroll
- Avisning
- Organisation för lucksäkerhet
- Bemanning
- Beredskapsresurser

En del av ovanstående finns med i dammregistret där resultatet av kontroller etc skall redovisas. Se bilaga 3.

Personalen har en viktig roll för avbördningssäkerheten och det är viktigt att kvaliteten på säkerhetsarbetet inte försämras. Kunskapsnivå och kompetens för den personal som handhar luckmanövrering ska definieras och beaktas i samband med planering av dammsäkerhet.

Med tanke på att personalen ansvarar för flera typer av anläggningar måste kraftstationerna prioriteras och utryckningstider till anläggningarna fastställas. Vid extrema flödessituationer måste man räkna med att samtliga anläggningar längs en älvsträcka kommer att bemannas.

Instruktioner hur personalen skall agera vid extrema flödessituationer ska finnas upprättade.

4. GENOMFÖRANDE AV PROJEKTET

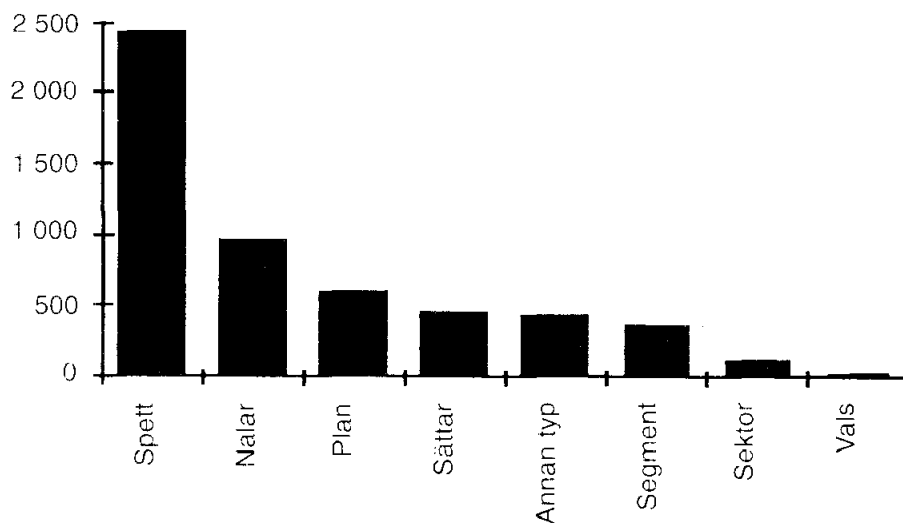
För att erhålla ett tillräckligt stort bedömningsunderlag har projektarbetet bedrivits enligt följande:

- En skriftlig enkät har sänts till 49 st kraftverksägare (regioner) och regleringsföretag för att ge svar på vilka lucktyper resp. vilka luckfunktioner som är mest felbehäftade. Se bilaga 1.
- Svar har erhållits från 63% av de tillfragade.
- Ett tiotal av dessa företag har besökts och ett antal telefonintervjuer har genomförts för insamling av ytterligare information och kunskap om befintliga utskovsluckors säkerhet och tillförlitlighet.

Vid ovan nämnda intervjuer har behandlats frågor enligt ett frågeformulär, se bilaga 2.

De företag som innehar de största luckbestånden har alla lämnat uppgifter om sina luckor och vilka problem som förekommit.

Enkätsvaren omfattar därför ett stort antal luckor av olika typer. Se figur 4.1.



Figur 4.1. Antal luckor ingående i utredningen.

Närmare specificerat antal luckor, ingående i utredningen:

- Spettlucka 2418 st
- Nålar 944 st
- Planlucka 590 st
- Sättar 433 st
- Annan lucktyp 427 st
- Segmentlucka 362 st
- Sektorlucka 107 st
- Valslucka 12 st

Valsluckor förekommer endast hos ett fåtal företag.

De olika företagens luckbestånd och felfrekvenser per lucktyp framgår av figur 4.2.

En sammanställning av enkätsvaren visas i figur 4.3.

Enkätsvaren visar att felfrekvensen för maskindrivna luckor i genomsnitt varierar mellan 0.5–2.4 fel/10 år och lucka, vilket kan tydas som om företagen i gemen har ett gott grepp om sina utskovsluckor.

De mest frekventa felen är: isproblem samt fel på mekanisk och elektrisk utrustning samt styr- och kommunikationsutrustning.

Vanligaste felorsaken är gränsläges- och spelbäddskontakter samt uppvärmningsutrustning.

Läckage och wirebrott är andra felorsaker.

Felfrekvensen för de enklare avbördningsanordningarna spettluckor, nålar och sättar är betydligt lägre. De vanligaste felen här är isproblem samt fel på mekanisk utrustning och byggnadskonstruktioner med fastkilning och fastfrysning som följd.

Figur 4.2. Luckbestånd och felfrekvenser per lucktyp.

Företag nr.		Segmentlucka		Sektorlucka		Planlucka		Valslucka		Spettlucka		Nålar		Sättar		Annan typ	
		ant.	fel/10år	ant.	fel/10år	ant.	fel/10år	ant.	fel/10år	ant.	fel/10år	ant.	fel/10år	ant.	fel/10år	ant.	fel/10år
1		1	0,3			2	0,20									18	
2		19	30	22	10	22	5			52	5			7	1	2	5
3				10		9				141				57			
4		3	2			2	1			2	2	3	6				
5						17				25							
6		20	4	3	1	20	2			74				1			
7		39	17	22	6	122	49	2		906	28	1		121	28	319	37
8				3		40				89				11			
9						15				30		250	1	4			
10		6	5	1	5	2	2			6	2			1			
11		8		3	1	7						2	1	7	3		
12		19	60	7	10												
13				1	2					27	0,30			41	1	1	
14						15	5			15	2			6	1	4	
15						3	2			14							
16				1	5	16	120			72				14			
17		19	3	5	3	20	2			23	5			4	4		
18		22	9	2	1	29	33			36						19	4
19		27	9	5		21	11	4	5	91		675				5	1
20		36	26	8		142	107	6		350	25	8	3	76	6	22	2
21		143	70	13	82	76	428			428				82		37	
22				1	1	10	3			37	4	5		1			
	Summa	362	235	107	127	590	770	12	5	2418	73	944	11	433	44	427	49

Lucktyper:	Segm.	Sektor	Plan	Vals	Spett	Nålar	Sättar	Annan lucktyp
Antal luckor	362	107	590	12	2418	944	433	427
Felfrekvens Ant/10år	235	127	770	5	73	11	44	49
Felorsak:								
1 Oväntande flöden	1							
2 Beredskap/Bemannning	1							
3 Handhavande	3							
4 Isproblem (kravning mm)	6	6	8		5	1	1	1
5 Byggn.tekniska konstruktioner	2	1	4	1	4	1	1	1
6 Mekanisk utrustning	11	7	6	1	4	2	2	1
7 Elektrisk utrustning	8	6	8	1				3
8 Styrutrustning	5	3	5	1				3
9 Kommunikationsutrustning	3	3	5					
10 Uppvärmning	6	4	5					1
11 Fastkilning	1		5		5		1	
12 Fastfrysning			1		2		1	1

Figur 4.3. Resultat av enkäten.

5. ANALYS OCH VÄRDERINGAR

Vi har inte detaljgranskat företagens handlingsplaner för stora flöden. Våra intryck är dock att kunskapen om utskovens kapacitet är god, till detta har säkert systemet med damm-besiktningar och dammliggare bidragit. Avbördningskapacitet hos utskov behandlas i en separat rapport i denna serie.

Det ligger dock i sakens natur att såväl organisation och handlingsplaner som teknisk utrustning intrimmas med tanke på normala flödesvariationer. Det gäller att flödes-situationer enligt Flödeskommitténs Riktlinjer beaktas i kommande anvisningar och handlingsplaner.

5.1. Byggnadstekniska konstruktioner

Begreppet "byggnadstekniska konstruktioner" definierades ej i enkäten. Vid intervjuer med de företag som angett byggnadstekniska fel har konstaterats att de vanligaste felen som avsågs kan sorteras in under nedanstående rubriker. Man bör dock ha i åtanke att andra och kanske allvarligare fel kan visa sig vid stora ännu ej inträffade flöden.

5.1.1. Spelhus – avsaknad av eller dåligt isolerat

Luckhus och spelhus har en viktig funktion att fylla nämligen att skydda vital utrustning mot fukt, temperaturvariationer, föroreningar och skadegörelse eller olovlig manövrering.

Äldre spelmaskinerier var ofta av robustare konstruktion och fördrade inga eller endast oisolerade hus. Skydd mot nederbörd var ofta tillräckligt. För moderna luckmaskinerier med tillhörande manöver- och övervakningsutrustningar krävs uppvärmda hus som även skyddar mot fukt, värme, kyla och luftföroreningar. Ett modernt spelhus erbjuder även drift- och underhållspersonal en god arbetsmiljö, vilket bidrar till god driftsäkerhet.

Det har framkommit att miljön i oisolerade spelhus lett till att kontakter har oxiderat med utebliven funktion som följd.

Avsaknad av klimatskydd har lett till att hela spelmaskinerier och dess manöverorgan har varit täckta av packad drivsnö. Först efter besvärlig och tidsödande snöskottning och avisning har manövrering av luckorna kunnat ske. Hårda vindar och kyla har försvårat arbetet och ökat risken för fel och olyckor.

5.1.2. Läckage under tröskel och runt falsar

Detta är ett vanligt fel som ofta leder till svallisproblem. Frostsador på betongen i anslutning till trösklar och falsar äventyrar dessutom dessas infästning i den primära betongkonstruktionen. Vid byggandet av utskov har ofta ursparingar gjorts i utskovens pelarsidor och botten som gjutits igen efter det att tröskel och falsar har monterats. Eftersom det ofta är trångt och rikligt med för gjutningen hindrande ståldetaljer har man tvingats använda betong med ur täthets- och beständighetssynpunkt tveksamma egenskaper. Vibre-

ring har ofta varit svar att utföra och före vibratorns tid användes blötbetong med allt för högt vattencementtal. De kortaste läckvägarna genom betongkonstruktionen ligger i anslutning till falsar och trösklar. Genomläckning leder till urlakning och frostsprängningar.

Uppgifter om att luckor ej har kunnat manövreras på grund av detta har erhållits endast i ett fall då lucktröskeln sprack upp på grund av det uppträck som påverkar konstruktionen. Man kan dock tänka sig att om nedbrytningen av kringgjutningsbetongen tillåts gå för långt, risk uppstår för att falsar kan förskjutas eller ge efter för luckans belastning. Om svallis bildas i stor omfattning inkräktar denna på den fria arean och begränsar därmed luckans avbördningskapacitet. Risken för fastfrysning eller fastkilning ökar dessutom.

5.1.3. Olämplig utformning med isproblem som följd

Olämplig utformning av utskoven kan leda till att luckfunktionen äventyras.

Det har förekommit att hydraulcylindernäsfästning för nedåtgående sektorlucka varit placerad i grop, som ej har varit dränerad. Vintertid fryser kolvinfästningen fast och följden kan bli att kolvstången kröks om luckan manövreras, varför manöver har undvikits vintertid.

I ett annat fall lutar utskovsbotten bakom segmentluckan mot luckan så att vatten ständigt står mot luckans nedre del. Vintertid bottenfryser det inestängda vattnet och luckan fryser fast och kan inte manövreras förrän den lossats från isen. Energikrävande försök att bakom ett draperi av väv med hjälp av aerotemperar hålla utrymmet bakom luckan isfritt har gjorts men med daligt resultat.

Påfrysning av lucktröskel trots att denna varit uppvärmd har förekommit. Tack vare att luckan var utrustad med maskineri som verkar även i stängande riktning var det möjligt att pressa ner luckan genom isen. Med lucktyp som stänger enbart på grund av egen tyngd hade detta varit omöjligt.

Påfrysning av luckgåtar har i vissa fall markant minskat avbördningsförmågan.

5.1.4. Bristande underhåll spettluckor

Infästning mellan luckstocken och bladet har brustit så att endast stocken följt med och luckbladet stannat kvar då försök gjorts att öppna luckan.

En annan felorsak har varit att stålbeslaget med hål för spett och hake monterats på stocken med träskruv varför endast stålbeslaget följt med upp vid öppningsförsök.

Ytterligare en vanlig feltyp är att luckor glidit ur gåtarna antingen på grund av att luckan varit sliten eller att gåtarna varit upprostade.

5.1.5. Infästningar i betong

I något fall har rapporterats sprickor i betongen i anslutning till spelmaskineriets infästning troligen orsakade av att något legat emellan lucka och tröskel vid stängningsmanöver.

5.2. Mekanisk utrustning

5.2.1. Lucktyper

5.2.1.1. Segmentlucka

Segmentluckornas driftsäkerhet varierar beroende på konstruktion och fabrikat. Vanligast förekommande felställen är luckarmlagringarna. De kan ej smörjas tillfredställande utan att luckbladet avlastas vilket sällan eller aldrig görs. Många luckor användes för vattennivå-reglering (VNR) och arbetar då inom små vinklar vilket gör att lucklagringarna slits ojämnt och blir orunda.

Luckor med luckarmar parallellgående med falssidor har haft manöverproblem vintertid på grund av påfrysning av såväl falssidor som luckarmar.

5.2.1.2. Sektorlucka

Ett svårt haveri har inträffat vid fjärrmanöver av en lucka. Vid manöver passerade luckan det övre gränsläget för stängd lucka, vatten strömmade in under luckan och orsakade upptryck som konstruktionen inte var beräknad för. Följden blev avskjuvade bultar för lucklagerinfästningarna. Luckan lossnade och gled nedströms utskovet.

Olämplig konstruktion av lucktätningar har medfört svårigheter att justera tätningarna vilket gett upphov till läckage med påfrysning som följd.

5.2.1.3. Planlucka

Planluckor har haft en del problem med hjullagringar. I permanentismorda lager har inträngande vatten och/eller kondensbildning förorsakat allvarliga rostskador. Luckor försedda med smörjningsfria nylonbussningar har haft problem med rost och andra föroreningar som medfört onormalt snabbt slitage av lagermaterialet.

Luckor med ramverk av rörprofiler kan ej kontrolleras tillfredsställande med avseende på invändig korrosion. Rörkonstruktionerna bör därför utföras tätsvetsade så att fukt ej kan tränga in. Helst bör rörbalkarna vara försedda med nipplar för provtryckning för återkommande kontroll av täthet.

Vid flera utskov har förekommit sneda eller skeva falsar som har förorsakat fastkilning av luckor. Felen borde kunnat undvikas genom bättre utförandekontroll och provningar.

Några dammar har utskov med ett gemensamt spelmaskineri för flera utskovsluckor där manöver måste utföras på plats ute vid luckorna. Detta ställer stora krav på driftorganisationen och spelmaskineriets funktionssäkerhet. Vid fel på ett sådant spelmaskineri slås samtliga berörda luckor ut.

5.2.1.4. Valslucka

Kraftöverföring mellan spelmaskineri och valsluckor sker normalt med kedjor. Dessa har vid några tillfällen hoppat ur "sitt läge" på grund av att något föremål hamnat mellan luckan och tröskel. Detta är ett mycket allvarlig fel eftersom luckan är mycket svår att få på plats igen utan avstängning med sättar eller nålar. Bristande smörjning av kedjorna kan orsaka samma problem.

5.2.1.5. Spettluckor

Det vanligaste problemet med spettluckor är rötskador, vilket ger onormalt läckage som kan förorsaka påfrysning.

De flesta spettluckor är manuellt manövrerade och inte anpassade för lyft med mobil motor- eller hydraulutrustning.

Det förekommer problem med konstruktioner där gåtarna inte är byggda för den sidolast som kan uppstå om endast en av luckorna lyftes till helt öppet läge. Luckorna skall enligt instruktioner öppnas etappvis, instruktioner som ej alltid varit kända av dem som manövrerar.

Många kraftbolag använder spettluckorna som yttersta reserv vilket innebär att de manövreras mycket sällan.

Flertalet av luckorna saknar värme såväl i falsar som i luckblad vilket gör att luckorna bör betraktas som "sommarluckor".

5.2.2. Lyftanordningar för luckor

5.2.2.1. Handdrivna lyftanordningar

- **Spaklyftblock**

Lyft av planlucka med hjälp av ett handmanövrerat spaklyftblock från vardera sidopelaren kräver god samstämmighet i lyftningen. Lyftblocken släpper ibland (rappar), vilket kan ge problem med fastkilning av luckan. På vintern är det riskabelt att stå på hala pelare och luckor.

- **Spettlyft**

Spettluckor finns fortfarande i stor mängd vid äldre kraftstationer. Tungt arbete som kräver flera man. Nedslitna beslag gör hanteringen ytterligare besvärlig.

- **Handdrivna spel med vev**

Atskilliga olyckor med backslag har inträffat. I den mån sådana spel finns kvar skall vevet bytas ut mot säkerhetsvev med "dödmansgrepp" som hindrar backslag om man tappar greppet. Denna typ av spel förekommer ofta som reservsystem vid motordrivna luckor.

5.2.2.2. *Mekaniska lyftanordningar*

Driftstörningar på spelmaskineri har inträffat beroende på att axel mellan drivmotor och kuggväxel har skjuvats av. Detta är ett allvarligt fel eftersom luckan då endast kan manövreras med handkraft. Den troliga orsaken är att luckan varit fastfrusen eller att belastningen har ökat på spelmaskineriet på grund av bristande underhåll eller felaktig olja i växellador under vinterid.

- **Skruvspel**

Problem har förekommit med knäckning av skruvarna p g a att dessa inte dimensionerats för den kraft som erfordras för att luckan skall täta mot tröskeln.

Luckmaskineri med skruvdomkrafter har ofta problem med manschetterna som skall skydda skruvarna mot smuts. Dessa spricker på grund av bl a islast vilket leder till ökad nedsmutsning och rostbildning på skruvarna och därmed sämre funktion.

- **Kuggstångspel**

Det kan förekomma samma problem som med skruvspel, dvs knäckning av stängen vid tryckkraft mot tröskeln.

Besvärande vibrationer vid reglering av bottenutskovsluckor med kuggstångspel förekommer. Möjligen kan detta bero på för stort glapp i kuggar och/eller för lätt lucka. Vibrationer förekommer endast vid lucklägen nära tröskeln. Troligen beror detta på varierande sugkraft som ger resonans i luckan.

Luckmaskineri med kraftöverföring via kuggstång till luckan ställer stora krav på gränslägeskontakternas exakta funktion och lagerbockarnas fjädring. Bristande funktion har lett till skador på manöveraxlarnas lagerbockar.

Luckor med kuggstångspel har fått skador på manöveraxlarnas lagringar då gränslägeskontakterna för stängd lucka ej fungerat som avsett.

- **Lyftspjut**

Konstruktionen kräver mycket god passning och snäva toleranser och är känslig för isbildning. Indikation om fasthakning verkligen har skett saknas i allmänhet. I Noppikoski 1985 lästes endast det ena lyftspjutet fast varför det kröktes vid lyft och det mobila spelet blev obrukbart.

- **Lin- och kättingspel**

Olycksfall har inträffat på g a att linor har kommit vid sidan av sitt rätta läge trots urspårningsskydd. Förklaringen kan vara att sjunkvirke kommit under luckan vid stängning och orsakat slak lina.

Felaktigt placerade brytskivor ovanför lucka har gett dålig lyftvinkel vilket i sin tur medfört problem vid såväl hissning som firning.

Ett missöde har inträffat med linspel för en vagglucka, som öppnas genom nedsänkning. I detta läge samlades sand på luckans uppströmssida. Då luckan lyftes fastnade den i sanden, varvid kraften ökade på spelet, pontonen sprack och ca 100 ton vatten läckte in. Detta tillsammans med luckans egenvikt gav en kraft som spelet inte var dimensionerat för, varför en av linorna brast.

Ett annat missöde har inträffat med en flottningslucka. Is på ena sidoväggen medförde att axeln till lininfästningen på luckan pressades ur ena fästplåten. Hela lasten kom att ligga på en lina med haveri som följd.

Driftstörningar orsakade av slak lina har inträffat vid flera tillfällen. Följdskadorna har förvärrats vid några tillfällen på grund av att lucklägesgivaren varit monterad på spelmaskineriet i stället för på luckan. Därmed har driftcentralen fått felaktig information om luckans verkliga läge.

Det har förekommit fall där linor med linlås av friktionstyp har släppt. Efterdragning måste göras.

Instruktioner för kontroll av linors kondition eller byte av linor med tanke på rostskador inne i lina saknas vid de allra flesta företagen.

Lin- och kuggstångsmanöver via två helt separata spelmaskinerier per lucka har gett synkroniseringsproblem.

5.2.2.3. *Hydrauliska lyftanordningar*

Spelen är mycket driftsäkra och endast ett fåtal incidenter har rapporterats.

Hydraulcylindrar och långa oljeledningar, som värmts av solen, har lett till lucköppning på grund av volymökning av oljan.

Vid låga temperaturer kan problem uppstå med felaktiga oljor som blir för trögflytande. Detta beror troligen på att man väljer olja efter "lägsta flytttemperatur" och inte efter oljans viskositetsparametrar.

Problem har förekommit med midjeinfäst hydraulcylinder utan kardanupphängning. Då cylindern ej kunnat röra sig har otillåtet stora krafter uppträtt på såväl cylinder som infästning med haveri som följd.

5.2.3. Sidotätningar

Vinterförhållanden ställer stora krav på tätningsmaterialet. Gummiprofiler är av organiskt material vilket innebär att solljus, ozon och temperaturvariationer åldrar materialet. Uttorkade gummiprofiler klarar påfrestningar sämre och är därför känsligare för fastfrysning.

Isbildning nedströms sidotätningar kan uppstå om tätningar och falsar är felaktigt monterade eller om tätningar är skadade. Sido- och botten tätning fungerar oftast bra, problemen är till 95 % hörnen, dvs övergången mellan sida och botten. Veka sidotätningsskonstruktioner kan vid höga tryck orsaka kraftiga vibrationer.

Vissa segmentluckor är försedda med sidotätningar som består av en förspänd plåtkonstruktion. Denna tätningstyp är svår att få helt tät vilket har resulterat i påfrysning av falssidorna.

Stybbning av läckande sidotätningar förekommer inför vintersäsongen, men stybben skadar gummitätningar och försvinner när luckan öppnas varför det måste betraktas som en nödlösning.

5.2.4. Isfrihållning och uppvärmning

Syftet med de rubricerade utrustningarna är att de skall förhindra isbildning på luckbladet och fastfrysning av luckan.

Faran med oisolerade luckblad av stål är den påfrysning som sker på bordläggningen och då speciellt vid låga vattentemperaturer. Vid dykarundersökningar har upptäckts meter tjocka påfrysningar. Att öppna en lucka med stora islaster kan innebära så stora överbelastningar då isen lyfts upp ur vattnet att lyftanordningarna inte orkar att lyfta luckan. Att luckan blivit större uppströms kan vidare innebära att den går emot överliggande bro etc. Den is som frusit fast på luckans bordläggning kan också skada synkroniseringsaxeln.

5.2.4.1. Isfrihållning

Isfrihållning syftar till att hålla öppet vatten uppströms luckan för säkrare manövrering.

- **Utsläpp av kylvatten uppströms lucka**

Denna typ av utrustning har fungerat bra vid konstant vattennivå. I några stationer har en helt isfri ränna med minst en meters bredd erhållits. I stationer med variation av vattennivån har den fungerat sämre.

Metoden har fungerat bra tillsammans med aerotemperuppvärmd lucka. Vid stora pumphöjder blir den ej ekonomisk.

- **Strålvärmare (infravärmare) ovanför vattenytan**

Metoden har fungerat bra vid en del stationer. I några fall har den kombinerats med invändiga strålvärmare. I en station har förekommit öppet vatten vid vattenytan, men fast istäcke på 0.5 m djup.

Strålvärmare fungerar ej tillfredställande i anläggningar med stor nivåskillnad vid vattennivåreglering eller där bra riktningsverkan inte kan åstadkommas.

- **Strålvärmare inuti lucka**

Metoden fungerar endast i anläggningar med liten eller ingen vattennivåreglering.

- **Strömningsbildare uppströms lucka**

Ger ofta större vak än bland annat tryckluftsutsläpp. Strömningsbildare har fungerat bra vid anläggningar med liten vattennivåreglering.

- **Vattenpump placerad i lucka**

Om pumpar med tillräckligt hög effekt och i god kondition används kan en isfri zon på flera meters bredd erhållas uppströms luckan.

- **Pumpar nedsänkta i vatten uppströms lucka**

Se föregående vad gäller effektivitet.

- **Luftblåsning genom munstycken placerade i luckbladsplåt**

Metoden har använts i ett antal stationer men slopats beroende på att kondensvatten frös i ledningar och att munstycken sattes igen.

- **Utsläpp av tryckluft uppströms lucka**

Metoden fungerar bra vid normala vintrar, men vid sträng kyla föreligger risk för isbildning i rören och att halen för luftutsläpp fryser igen.

I en stor station har använts luftblåsning från en perforerad slang hängande från brobanan och placerad längs hela tröskelns längd. Metoden har varit effektiv och åstadkommit en ca 1 m bred isfri ränna uppströms bordläggningen. Luckan var dessutom uppvärmd med aerotemper.

Metoden med tryckluftsledningar är mindre lämplig i anläggningar där lucköppning sker ofta under vintertid

5.2.4.2. Uppvärmning

Uppvärmning syftar till att undvika fastfrysning, påfrysning av lucka eller falsar samt till att skapa mindre korrosiv miljö inuti luckor.

Det har konstaterats att förvånansvärt många luckor saknar uppvärmning samt att de luckor som har uppvärmningssystem oftast saknar en bra och säker övervakning av uppvärmningssystemets funktion.

Fel på uppvärmningssystem som har rapporterats är:

- Felaktig dimensionering av värmesystemet som orsakat fastfrysning
- Värmeelement som har brunnit upp.

Uppvärmningssystem:

- **Vätskeburen falsvärme**

Vätskeburen falsvärme fungerar tillfredställande. Isbildning har inte förekommit i någon större omfattning. Sönderrostade värmerör har däremot förekommit.

- **Falsvärme med el-element**

Systemet med ingjutna motståndselement fungerar bra.

Falsvärme med insticks el-element har kort livslängd vilket kan medföra fastfrysning om elementen ej övervakas.

- **Luckbladsvärme med aerotemper**

Invändig uppvärmning av isolerad lucka med aerotemper värmer även vattnet framför luckan varvid isbildning försvåras. Aerotemper minskar också kondensbildning i det inneslutna utrymmet, dvs minskar korrosion. Systemet fungerar bra men kan vara svårt att applicera till exempel på planluckor.

- **Värmekabel på luckbladets insida**

Bordläggningen värms med värmekabel på plåtens insidan. Metoden har använts vid ett antal stationer i kombination med aerotemper eller luftavfuktare och har fungerat tillfredsställande. Kort livslängd har rapporterats som ett problem.

5.3. Elektrisk utrustning

Manga av de elutrustningar som idag används för utskovslucksystem, och då speciellt manöverdon, är de ursprungliga utrustningarna som installerades i samband med luckinstallationen. I en del fall handlar det om utrustningar som varit i drift mer än trettio år. Detta kan innebära risk för utebliven funktion alternativt felfunktion på grund av komponentfel. Detta är särskilt bekymmersamt med tanke på att reservdelar i många fall saknas och att de dessutom är svåra att anskaffa till så gammal utrustning.

5.3.1. Kraftmatning

Hjälpkraftmatningen för utskovslucksystem kan vara växelström och/eller likström. För uppvärmningssystemen användes huvudsakligen växelström. Manöverutrustningarna är oftast utförda för likström medan både växel- och likström är förekommande för kraftmatning till motorer. Det finns en klar tendens att man i stor utsträckning övergår till att använda växelströmsmotorer istället för likströmsmotorer samt att man använder dieselhjälpkraft för säkerställning vid bortfall av ordinarie hjälpkraftmatning. I många anläggningar finns blandat likströms- och växelströmsluckor.

Olika systemutformningar av dieselsäkrade hjälpkraftsystem förekommer. Följande utformningar har identifierats:

- Fast installerad diesel som används både för kraftstation och utskovsluckor.
- Fast installerad diesel som enbart användes för utskovsluckor.
- Mobilt kraftaggregat samt fast installerade uttag för dieselanslutning.

Kunskapen om selektivitetsproblem i samband med dieselanläggningar, vilket är speciellt uttalat i fallet gemensam diesel (som användes för hela anläggningen) och utbrett kabelnät, verkar hos en del företag vara begränsad.

Det kan konstateras att det i många fall ställts väldigt få krav på dieseltillverkarnas systemutformning och komponentval, detta trots att dieselutrustningarna är en länk i säkerhetssystemet när det gäller avbördning.

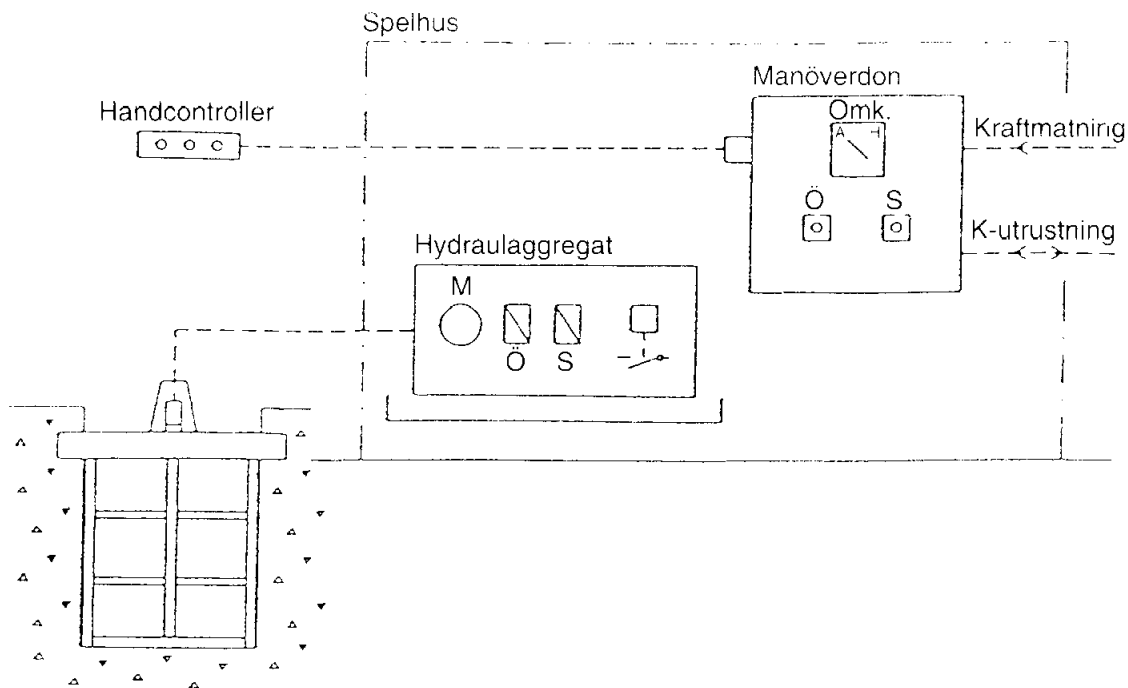
Anläggningar där det endast finns växelströmsdrivna luckor och där säkerställningen av hjälpkraftförsörjningen är tänkt att ske via en mobil diesel förekommer. Denna lösning förutsätter att vattnets stigtid vid bortfall av ordinarie hjälpkraftförsörjning och samtidig utlösning av aggregat är så långsam att transport och inkoppling av en mobil diesel är möjlig innan kritiska nivåer uppnås. Vidare förutsätter detta en helt säker larmfunktion.

En svaghet som noterats i samband med enkäten är att det ofta förekommer endast en kabelväg ut till avbördningsluckorna, varvid ett fel, t ex avgrävning av kabel, kan slå ut luckfunktionen. Det finns dock anläggningar där växelströmsmatningen och likströmsmatningen har helt skilda kabelvägar ut till luckorna.

De flesta kraftverksägare har rutiner för regelbunden provkörning av sina dieselanläggningar men en del ägare är inte medvetna om vikten av att provköra dieselanläggningar med last.

5.3.2. Manöveranordningar

Med manöveranordningar avses de elektriska manöverdon huvudsakligen uppbyggda av reläer och kontaktorer och den processutrustning dessa manöverdon påverkar, som motorer, ventiler etc, se figur 5.3.2.1. Lägesgivare och gränslägen behandlas i separata punkter. Manöverdonen är i de flesta fall placerade direkt vid respektive lucka antingen utomhus eller i spelhus. Manuell manöver är möjlig antingen via tryckknappar på manöverdonet eller via hängkontroller.



Figur 5.3.2.1. Manöveranordningar.

I den gjorda undersökningen har några fall av fel rapporterats där kontakterna på kontaktorer svetsats fast med felfunktion som följd, något som i en del fall orsakat stora skador.

Det har inträffat att likströmssäkringar skruvats ur i stationer som haft stående jordfel för att jordfelsövervakningen i stationen skulle fungera för det övriga likströmsystemet.

Ett fall med en motor som förstörts p g a överbelastning efter byte från likströmsdrift till växelströmsdrift har inrapporterats (kuggstängsspel). Felorsaken bedömes här vara att den gamla likströmsmotorn, som var av äldre årgång, hade större överbelastningsförmåga än en ny motor med motsvarande data.

Likströmsmotorer tappar i varv vid belastning vilket kan ställa till problem då centrifugal-kopplingar användes som mjukstart.

Felfall där motstånd i startpådrag brunnit upp har inrapporterats.

Det har också rapporterats om ett felfall där en växelströmsmotor förstörts p g a överbelastning efter omlindning.

Dokumentation och uppmärkning av elutrustningar i gamla anläggningar är ofta mycket bristfällig.

Övervakning av funktionen /funktionsdugligheten hos manöveranordningarna består till övervägande del enbart av felsignaler för utlösta motorskydd. Övervakning av hjälpkraftspänning finns liksom av att säkerhetsbrytare och omkopplare är i driftläge saknas i många fall.

5.3.3. Automatiker

Med automatiker avses utrustningar för styrning och/eller reglering av utskovsluckor. Exempel på automatiker som styr/reglerar utskovsluckor är VNR (vattennivåreglering). Automatikerna utnyttjar avbördningsluckor för att ta hand om drivvattenföringen vid stopp på aggregat och/eller tillser att vattennivån hålls inom förutbestämda värden. Både äldre automatiker uppbyggda i analog teknik samt moderna datorbaserade automatiker (PLC-system) är vanligt förekommande.

KAS (katastrofskydd) betraktas av några företag som en automatik, men bör inte ha något samband med egentliga automatikfunktioner.

Generellt sett har det framkommit att störpåverkan är den övervägande orsaken till felfunktion/utslagning. Ett exempel på detta är att en modern PLC-baserad automatik blev utslagen p g a störpåkänningar i samband med att en byggkran gick mot en 130 kV linje. Det har också framkommit att många automatiker är för känsligt inställda vilket medför onödigt slitage på processutrustningen.

5.3.4. Skydd

Den skyddsfunktion som kan vara aktuell är KAS, katastrofskydd, vars uppgift är att oberoende av automatiker/fjärrkontroll öppna och/eller stänga utskovsluckor vid inställd onormal vattennivå.

Systemuppbyggnaden för KAS-skydd är i en del fall sådan att man inte kan anse att KAS-skyddet är oberoende av automatiker/fjärrkontroll. Exempel på detta är att samma pegel-brunn används både för skydd och för automatik, att gemensam givare används samt att hjälpkraftförsörjningen är gemensam. En hel del anläggningar verkar också sakna KAS-funktion trots att risken för överdämning är stor vid bortfall av ordinarie automatikfunktion. Någon ansåg också att fjärrkontrollfunktion är att betrakta som ett katastrofskydd!

5.3.5. Fjärrkontroll

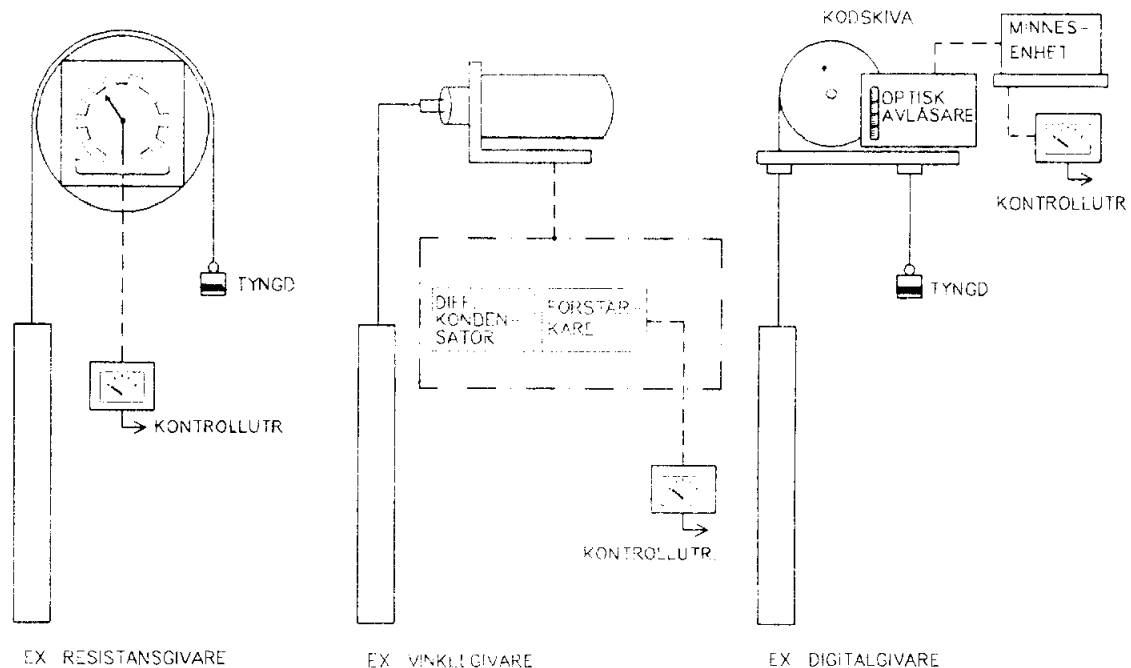
Variationen är stor mellan olika kraftverksägare när det gäller att förse utskovsluckor med fjärrkontrollmöjlighet. Exempel på faktorer som anges påverka valet att ha fjärrkontroll eller inte är vattensystemets körstrategi, vattensystemets tidkonstanter samt bemanning/uttryckningstid. Mest förekommande kommunikationsmedia är televerkets nät men även radioförbindelse är vanligt förekommande.

Mest frekvent felorsak anges vara kommunikationslänken t ex televerkets linjer. Ett fall har rapporterats där man anger att en kraftstation dränkts då lucköppning ej varit möjlig på grund av bortfall av fjärrkontrollkommunikationslänken. I det fallet saknades lokal lucka-automatik och KAS. De flesta kraftverksägare verkar dock vara klart medvetna om att fjärrkontroll ej kan ersätta lokala automatiker.

5.3.6. Lägesgivare

För mätning av lucklägen användes huvudsakligen följande givare idag:

- Resistansgivare (motståndsbana)
- Kapacitiva vinkelgivare
- Optiska (optisk läsgaffel, BCD-kod).



Figur 5.3.6.1. Givare.

De mest förekommande givartyperna är kapacitiva vinkelgivare och optiska givare medan resistansgivarna, som ofta är av äldre modell, är utgående. Resistansgivarna är ofta utsatta för kontakt- och oxidationsproblem. Inga fel har rapporterats vad gäller kapacitiva vinkelgivare och optiska givare.

5.3.7. Gränslägesbrytare

Följande typer av gränslägesbrytare förekommer:

- Mekaniska
- Kapacitiva
- Induktiva
- Ultraljud
- Tryckbrytare

Den mest använda typen är den mekaniska gränslägesbrytaren. Tryckbrytare användes ofta som gränslägen på hydrauliska spel. De andra typerna användes i mycket begränsad omfattning.

Av de fel som totalt har inrapporterats i undersökningen utgör fel på gränslägesfunktionen den mest frekventa felorsaken. De fel som har inrapporterats i samband med gränslägesbrytare hänför sig oftast till miljöpåverkan (väder, vind) samt att gränsläget ej påverkats av objektet. Utebliven gränslägesfunktion innebär i de flesta fall stora mekaniska skador. Följande felorsaker har rapporterats:

- Fastfrysning av manöverarm
- Ej återställd gränslägesfunktion efter underhållsarbete
- Utebliven påverkan från luckan
- Dålig infästning av gränslägesbrytaren

Underhållsarbeten som blästring/målning utgör risker då gränslägen kan skadas/komma ur läge eller till och med glömmas att återmonteras.

En del kraftverksägare dubblar gränslägena för att minska risken för felfunktion. Ett gränsläge påverkas då av luckkroppen medan det andra gränsläget (som normalt bryter manövern) påverkas av manöveraxeln.

Hydrauliska manöversystem (cylinder) innebär mindre risk för skador på luckan än övriga manöversystem då det finns en överströmningsventil som ser till att mekaniska skador ej inträffar om gränslägesfunktionen skulle utebli.

Risken för felfunktion på gränslägesfunktionen för helt öppen lucka kan konstateras vara större då denna funktion motioneras mycket mindre än funktionen för stängd lucka. Kontroll av gränslägesfunktionen för helt öppen lucka är dessutom av naturliga orsaker svår att utföra i full skala.

Överlastbrytare för fjäderbelastade lagerbockar finns med i felstatistiken. Felfallen som har rapporterats är utebliven luckfunktion p g a att brytarna löst ut obefogat på grund av isbelastning på luckan. Då övervakning av funktionen saknats har inte felsignal erhållits då felet inträffade. Överlastfunktionen för fjäderbelastade bockar är ofta svår att prova.

Erfarenheten av induktiva, kapacitiva och ultraljudsgränslägesbrytare är i de flesta fall negativ. Mekaniska gränslägesbrytare anses av flertalet tillfrågade vara mer robusta. De problem som har rapporterats på komponenten gränslägesbrytare hänför sig oftast till påverkan av väder och vind (kondens-jordfel) i samband med olämplig placering av gränslägesbrytaren eller olämplig kabelinföring.

5.3.8. Belysning

Många anläggningars belysningssystem vad gäller avbördningsluckor fungerar ej vid bortfall av ordinarie kraftmatning. I dessa fall är man helt beroende av handlampor om behov av belysning skulle uppstå i en nödsituation. I en del anläggningar är belysnings-systemet anslutet till en prioriterad skena som är dieselsäkrad varvid belysningen är säkerställd.

5.4. Brandsäkerhet

I många anläggningar finns brister vad gäller brandsäkerhet. Oljeläckage vid växlar och hydraulaggregat samt oljeindränkta trasselsuddar och papper har påträffats i en del spelhus. Ett vanligt fel är att brand kan slå ut funktioner som är tänkt att vara redundanta. Exempel på detta är att drivmaskiner och manöverutrustningar för redundanta utskovsfunktioner placerats i ett gemensamt spelhus samt att kabelvägar är gemensamma. I dessa fall kan vid avsaknad av brandseparering och brandsektionering samtliga utskovsfunktioner slås ut vid brand.

Många spelhus saknar brandlarmssystem varför konsekvensen vid brand kan bli stor då tidig detektering och larmning ej sker.

I dag finns brandsläckare i alla anläggningar, men oftast är dessa placerade i kraftstationen. Detta innebär att det kan ta ganska lång tid att få ut en brandsläckare till utskovet vid de tillfällen det skulle behövas. Utskoven är ju ofta placerade på stort avstånd från själva kraftverksbyggnaden.

5.5. Organisation

Driftcentralerna är den organisationsenhet som vanligtvis har ansvaret för manöver av utskovsluckorna då det är hit den allra första informationen kommer antingen via fjärrövervakning eller att underhållspersonal eller allmänhet lämnar information om onormala företeelser. Det är också denna organisationsenhet som beordrar insatser av driftgrupper och beredskapsmän.

En del företag har emellertid inte någon klart dokumenterad ansvarspolicy som visar ansvarsfördelningen vid normala och onormala situationer. Ej heller prioriteringslistor för vad som skall göras i olika situationer.

Beredskapsmannen ingår normalt i en drift- eller underhållsgrupp och har vanligtvis en inställetid av en halv till en timma. Under icke normal arbetstid finns 1–2 man i bakjour som hjälp åt beredskapsmannen.

Pensionärer och närboende är en annan kategori människor som ibland anlitas för att bevaka peglar, dammar och dammluckor. Detta kan vara ett problem vid ofta förekommande organisationsförändringar med information, kommunikation, instruktioner och träning då dessa människor inte tillhör den etablerade organisationen och därför lätt glöms bort.

Kommunikationsutrustning mellan driftcentraler och drift-/underhållspersonal är telefon, mobilradio, mobiltelefon och personsökare.

Besöksfrekvensen vid de olika utskoven varierar mellan 1 gång per dag till 1 gång per vecka eller ännu mera sällan beroende på årstid och hur man bedömer angelägenhetsgraden att besöka dem.

Några företag har satt upp skyltar med telefonnummer till driftcentralen för att underlätta för allmänheten att rapportera om onormala iakttagelser.

Katastrofövningar har förekommit vid några av företagen.

5.6. Drift och underhåll

Det är vanligt att någon eller några utskovsluckor i anslutning till en kraftstation kan avståndsmanövreras från lokalt kontrollrum eller fjärrstyras från driftcentral.

Manuell manöver (reservmanöver) finns på alla luckor men det kan ta åtskilliga timmar att öppna luckorna med denna manöverform, detta är dock beroende på lucktyp. Ett av företagen menar "att veva upp en normal segmentlucka uppskattats ta 16 timmar och minst ett vältränat fotbollslag".

Vissa bottenutskov har inte manövrerats efter installationen för kanske 30–40 år sedan eftersom man är osäker på om man kan stänga dem igen om de väl öppnats. Många bottenutskov har inte varit föremål för underhåll efter installationen beroende på avsaknad av avställningsmöjligheter.

Vissa luckor kan vara svåra eller omöjliga att manövrera vintertid, då risk kan finnas för fastfrysning av luckan eller påfrysning av is i utskoven eller på luckan, så att den inte går att stänga. För dammsäkerheten är det viktigt att de luckor som behövs under vinterförhållanden går att öppna. Men om en lucka inte kan stängas, innebär detta normalt inte någon risk för dammens säkerhet (men väl en ekonomisk risk).

Underhåll av utskovsluckor varierar på de anläggningar som besökts och detta beror förmodligen på bristfälliga underhålls- och driftinstruktioner. Några företag säger sig sakna underhållsinstruktioner helt.

Underhållsrutinerna är också olika från företag till företag vilket innebär att vissa företag har välorganiserat och regelbundet underhåll medan andra sköter det mera improviserat.

Få företag gör fullständiga manöverprov dvs från "Stängt" till "fullt Öppet" till "Stängt" läge.

En del utskovsluckor har tillfartsvägar från två håll. Det finns emellertid vissa luckor som endast har en tillfartsväg och de kan vara svåra att nå på kort tid på grund av överrinning av vägen eller att snö hindrar framkomligheten och detta kan vara flera dygn. Eftersom stora flöden inte förekommer vintertid har risken för att inte nå fram till luckorna vid denna årstid bedömts så liten att den inte inverkar på avbördningssäkerheten.

Handhavandet av luckorna underlättas nattetid om det finns god belysning vid dammarna. Vissa företag har mobil arbetsplatsbelysning lokalt placerad som användes vid damm- och luckarbeten.

Reservmateriel för luckor förekommer i mycket ringa omfattning. Elektronikort och viss elutrustning finns som regel i mycket begränsad omfattning, mekaniska och hydrauliska reservdelar förekommer mycket sällan, betong- och balksättar är gemensamma för flera kraftstationer. Det förekommer att flera kraftföretag har gemensam reservutrustning och detta kan vara fullt tillräckligt.

6. REKOMMENDATIONER FÖR ÖKAD AVBÖRDNINGSSÄKERHET

Utskovsluckor utgör en ytterst vital länk i avbördnings- och dammsäkerhetskedjan. Det har förekommit att bristfällig funktion hos luckor har varit orsak till överrinning av fyllningsdamm med dammbrott som följd. Noppikoski-raset 1985 är ett exempel på utebliven luckfunktion.

Självklart åligger det respektive dammägare att fortlöpande göra förbättringar som syftar till att ha fullgod avbördnings säkerheten. Vi har identifierat några viktiga problemområden där vi anser det föreligger behov av gemensamma riktlinjer och rekommendationer för branschen.

6.1. Byggnadstekniska konstruktioner

Betongkonstruktioner

Vid ombyggnad av äldre utskov för större luckor är det viktigt att utforma infästningarna av de nya falsarna eller andra kraftöverförande delar med hänsyn till befintliga byggnadsdelars egenskaper. Kraftig hållfasthetsnedsättning av betong på grund av urlakning och frostpåverkan kan förekomma. Infästningar med dragkrafter som förankras i gammal betong bör om möjligt undvikas om det inte genom särskild provning påvisats att krafterna med godtagbar marginal kan överföras.

Läckage genom betongen vid luckfalsarna och tröskeln leder till accelererande urlakning och frostpåverkan. Man bör därför begränsa läckaget. En lämplig metod kan vara cement- eller kemisk injektering. I svårare fall kan urmejsling och igjutning av ny betong vara nödvändigt.

Vid nybyggnad och vid luckbyten bör man sträva efter att få den korta läckvägen så tät som möjligt. Ursparingar i den primära konstruktionen bör utformas med tanke på möjligheterna att få en god kringgjutning. Måtten på ursparingarna bör således vara väl tilltagna. Luckfalsar och tröskelstäl bör utformas så att luftfickor undviks och förses med väl genomtänkta gjut- och lufthål.

I ursparingarna kan med fördel monteras speciell injekteringsslang för efterinjektering av gjutfogen med till exempel kemiska injekteringsmedel.

Vid byte av luckanordningar måste förändringar av belastningarnas fördelning i konstruktionen beaktas.

Luckhus och spelhus

Som huvudprincip bör isolerade, uppvärmda och ventilerade luckhus/spelhus anordnas.

Spettluckor

Spettluckspartier är otillförlitliga vintertid men även vid höga flöden andra årstider. Det fria avståndet mellan gåtarna är oftast endast cirka en meter. Risken för igensättning med is, flytande träd, grenar mm är stor. Utbyte mot bredare luckor bör därför eftersträvas. Länsor bör anordnas för att styra is, grenar och annat till särskilt isutskov utformat för avbördnings

av detta

Gåtar för spettluckor bör inspekteras regelbundet. Det är vanligt med kraftiga korrosionsangrepp på balkliven trots att flänsarna inte har synliga angrepp. Gåtar som är äldre än cirka 30–50 år bör inspekteras i torrhet antingen med avsänkt magasin eller bakom provisorisk avstängning.

Spettluckor bör regelbundet inspekteras och vid behov rustas upp. Infästningarna av stock i luckblad och stålbeslag i stock bör utföras med genomgående skruv med mutter.

6.2. Mekanisk utrustning

Luckor skall belastningsmässigt tåla överrinning och kunna öppnas i en sådan situation.

Konstruktioner, som gör att vatten vid överrinning eller på annat sätt kan samlas inuti luckan eller i horisontella balkar och därmed genom sin tyngd hindra lyft, får ej förekomma.

Bottenutskov som aldrig används har ofta ett försummat underhåll och kan därför vara en säkerhetsrisk. Om man inte klarar av att underhålla och kontrollera dessa luckor bör man överväga att gjuta igen dem eller stänga av dem på annat säkert sätt. Naturligtvis får detta ej ske på bekostnad av erforderlig total avbördningskapacitet. Om bottenutskoven i någon tänkbar situation behövs, bör de givetvis underhållas och provas regelbundet på samma sätt som andra utskov.

I den händelse sprängning av luckor eller isproppar måste tillgripas för att säkerställa en damms säkerhet, ska ansvarig driftpersonal ha insikt och förståelse över vilka konsekvenser en sprängning innebär. Beslut om sprängning fattas av utsedd damm -ansvarig person.

6.2.1. Segmentlucka

Flera kraftföretag har påtalat problem med otillfredsställande lagersmörjning på segmentluckor. Först och främst bör lagren smörjas regelbundet oavsett om luckbladet kan avlastas eller ej. Vid smörjning är det nödvändigt att luckan manövreras för att ett bra resultat skall uppnås. I samband med revisioner då luckan är avlastad bör lagrens kondition alltid kontrolleras och smörjning ske.

Vi föreslår därför att ett antal pilotfall studeras och att anvisningar till rutiner och metoder för effektiv lagersmörjning utarbetas.

6.2.2. Sektorlucka

Sektorluckan har samma problem när det gäller lucklagring som segmentluckan och därför bör samma rutiner tillämpas.

6.2.3. Planlucka

För att undvika lagerproblem bör alla i lagren ingående delar vara av icke korrosivt material

och lagringar utförda med smörjningsmöjlighet eller av smörjningsfritt metalliskt lagermaterial. Smörjningsfria lager kan med fördel ändå smörjas, fettet skyddar mot föroreningar och korrosionsangrepp.

Vid planering av nya planluckor bör man välja luckformat där luckbredden ej överskrider luckhöjden, detta för att undvika byrålådseffekt. Samtidigt skall dock igensättningsrisken beaktas.

Luckor med glidlistor istället för luckhjul bör vara försedda med dubbelverkande spel(domkrafter) för säkerställande av stängning.

Luckor som kilar fast på grund av skeva eller sneda falsar kan ofta förbättras genom att de förses med extra styrrullar.

Vid byte av luckor bör noggrann kontroll av montagestagningar och kontrollmätning av falsarna göras före ingjutning.

6.2.4. Valslucka

För valsluckor har ej framkommit några generella förbättringsåtgärder.

6.2.5. Lyftanordningar

6.2.5.1. Allmänt

Rutiner för kontroll av att aktuella spelmaskinerier har erforderlig (beräknad) kapacitet bör utarbetas.

Lyftanordningar ska besiktigas periodiskt så att dessa är i funktionsdugligt skick.

Periodiska och jämförande manöverprov med mätning av motorströmmar eller hydraultryck bör utföras. Flera faktorer motiverar sådana åtgärder såsom korrosion på tätningsytor, ökad förspänning av tätningar, överdämning, lagerslitage mm ökar behovet av erforderlig kraft jämfört med vad systemet utformats för.

Tydlig skyltning skall finnas så att även tillfällig personal med lätthet skall kunna manövrera lucka.

6.2.5.2. Mekaniska lyftanordningar

Kuggstängsspel med nedåtriktad kraft bör vara försedd med skyddsanordning mot knäckning av kuggstänger och/eller försedd med fjädrande och övervakade lagerbockar för manöveraxel för eliminering av skador på dessa.

Många företag saknar rutiner för kontroll av korrosion i stålvajrar. Riktlinjer för kontroll av

vajrars kondition alternativt tidstyrt byte av vajrar bör utarbetas.
Vajrar i linspel bör vara försedda med skydd mot slak lina.

Lucklägegivaren skall vara monterad på luckan och ej på spelmaskineriet.

6.2.5.3. Hydrauliska lyftanordningar

Långa hydraulledningar bör kontrolleras så att de är dimensionerade för lägsta förekommande temperatur. I vissa fall är syntetisk olja att föredra då viskositetsindex är lågt på syntetiska oljor. Vid val av olja bör även miljöanpassning beaktas.

På luckor där hydraulcylindern vid stängd lucka är utdragen bör kolvstången vara av rostfritt material och hårdförkromad för att undvika skador på stångytan som i sin tur kan skada kolvstångstättningarna.

Hydraulcylindrarna ska vara väl lagrade i sina fästpunkter så att cylindern inte utsättes för skadliga böjande moment.

Hydraulcylindrar ska vara försedda med effektiva avstrykare.

Vintertappning med hydraulmanövrerad lucka ska övervakas, om inte risken för isbildning som hindrar cylinderns rörelse har eliminerats. Sådan isbildning kan förorsaka knäckning av kolvstången.

Hydrauliska spel har olika lyft- och sänktryck, ett rätt injusterat aggregat med tryckbrytare och överströmmare kan inte orsaka knäckt kolvstång.

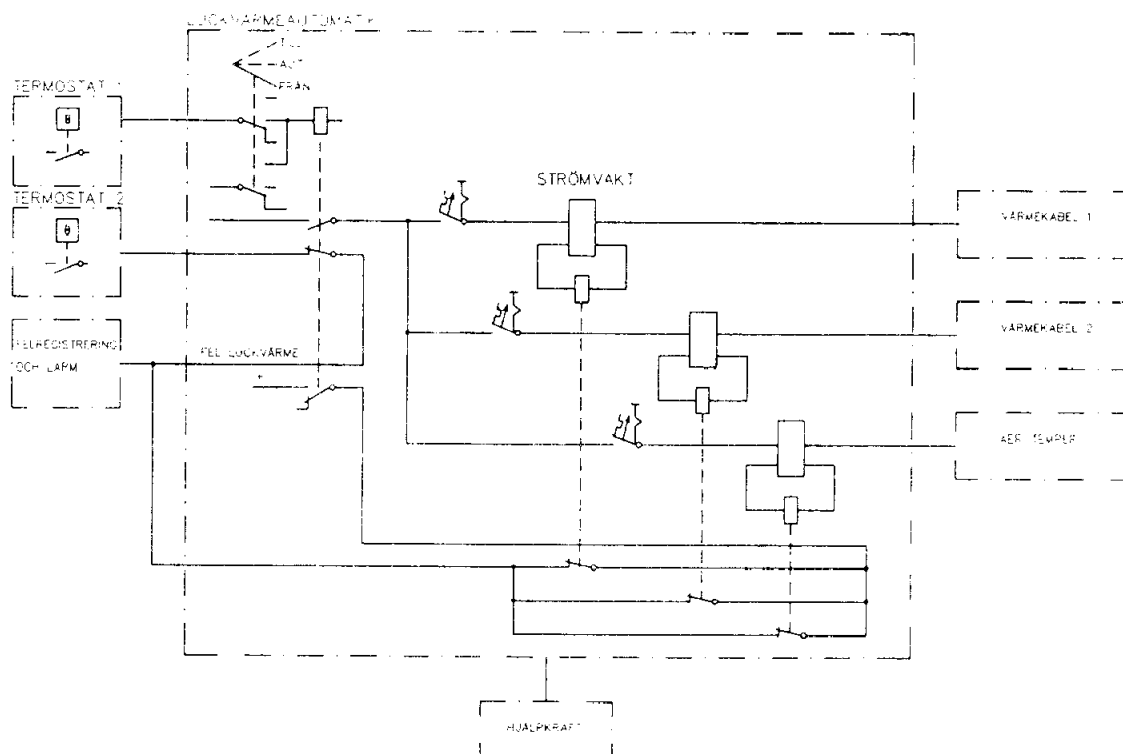
Användning av slangar i hydrauliskt manövrerade luckor bör minimeras för att undvika oljeläckage genom utmattningsskador i slangarna.

6.2.6. Isfrihållning och uppvärmning

6.2.6.1. Allmänt

Övervakning av att luckvärmefunktionen är i drift vid låg temperatur samt att de olika uppvärmningsanordningarna fungerar på avsett vis är fundamentalt vad gäller avbördningssäkerheten för vinterluckor.

Driften av luckvärmefunktionen bör övervakas via separat termostat. Därigenom erhålles en övervakning som är oberoende av den termostat som inkopplar luckvärmen. Själva övervakningen kan ske genom strömövervakning av matningskretsarna.



Figur 6.2.6.1. Principskiss för övervakning luckvärme.

6.2.6.2. Isfrihållning

Några direkta rekommendationer för val av isfrihållningsutrustning (se 2.3.1.) kan ej ges eftersom detta är beroende av vattendraget, nivåreglering osv.

Strålningsvärmen fungerar bra i anläggningar med liten nivåskillnad vid vattennivåreglering och där bra riktungsverkan kan åstadkommas.

Strömningsbildare kan rekommenderas vid anläggningar med litet reglerområde.

Utsläpp av tryckluft från slang placerad uppströms tröskeln är en metod som fungerar bra, men ställer stora krav på fixering av tryckluftsledningen.

I vissa fall kan det räcka med att värmen inifrån den isolerade luckan värmer plåten så mycket att det inte blir någon påfrysning av luckbladet.

Oavsett vilken metod som används för att förhindra isbildning, krävs regelbunden tillsyn och vid behov manuell insats, t.ex. issågning, ishackning, bortflyttning av isblock. Speciellt vid sträng kyla är tät tillsyn viktigt och manuella metoder kan behöva användas som komplement.

6.2.6.3. Uppvärmning

Beträffande olika typer av uppvärmning se avsnitt 2.3.2. Falsvärme med cirkulerande vätska i rostfria rör eller ingjutna motståndselement fungerar allra bäst.

För att ytterligare förbättra falsvärme med cirkulerande vätska kan det vid nyanläggning vara lämpligt att dela upp systemet i två slingor för sidofalsar respektive tröskel där cirkulationen i tröskeln slås ifrån när luckan öppnas. Motivet är att då luckan öppnas strömmar vatten med låg temperatur över tröskeln och kyler ner falsvärmen till rådande vattentemperatur och värmepannan arbetar lönlöst för högt tryck.

Läckage av olja från värmesystemet accepteras inte längre med hänsyn till miljövård och fiskeintressen. Olja bör därför ersättas med miljövänlig alternativ.

För att åstadkomma bättre klimat ur rostskyddssynpunkt inuti luckan är komplettering med luftavfuktare ett bra alternativ. Detta minskar också den totala energiförbrukningen.

6.3. Elektrisk utrustning

6.3.1. Systemuppbyggnad

Vid utlösning/stopp av aggregat måste, vid små magasin, den aktuella drivvattenföringen avböras via utskov. Utrustningen för avbördning måste härvid, liksom vid hastiga ökningar av tillrinningen, utformas på ett sådant sätt att risken för utebliven avbörningsfunktion är liten. Vid de extrema flöden som Flödeskommitténs riktlinjer anger förutsätts att samtliga luckor skall kunna öppnas inom erforderlig tid genom redundans i kraftförsörjningen eller genom andra insatser. Faktorer som måste beaktas vid utformningen är:

- Vattnets stigtid till farlig nivå
- Risken för skada på person och egendom vid överdämning
- Tidsåtgång/möjlighet till manuella åtgärder

Detta innebär att en anläggning där vattnet har kort stigtid till farlig nivå samtidigt som konsekvensen av en överdämning är stor måste utformas annorlunda än en anläggning där andra förutsättningar gäller.

Systemuppbyggnaden för avbörningsfunktionen bör allmänt sett utformas på ett sådant sätt att risken för utebliven avbördning blir låg vid ett godtyckligt fel i funktionskedjan för avbördning. Detta innebär att två av varandra helt oberoende luckfunktioner (en eller flera luckor) kan behöva installeras där höga krav på avbörningssäkerhet föreligger. Vardera luckfunktionens avbörningsförmåga skall minst vara lika stor som tappningsförmågan genom stationens aggregat. De båda luckfunktionerna måste vara så åtskilda att ett fel i ett system inte sprides till det andra systemet. Kravet på åtskillnad gäller hela funktionskedjan dvs inklusive hjälpkraft, kablage, nivåmätning etc. Avbörningsfunktionen får inte vara

beroende av fungerande fjärrkontroll.

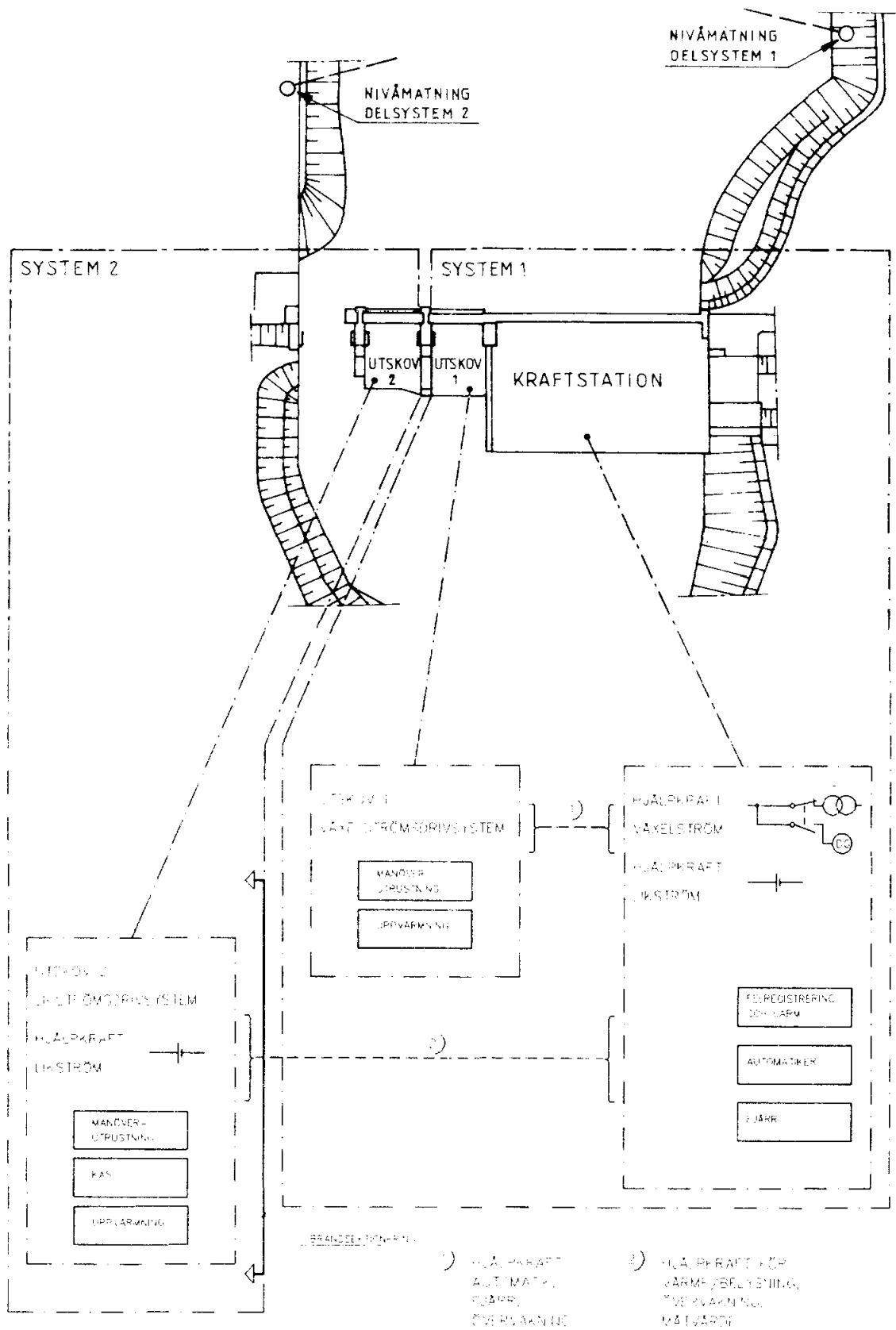
För anläggningar med högsta krav på avbördningssäkerhet bör lucksystem med fullt redundant kraftförsörjning finnas, här kallade lucksystem 1 och 2. Lucksystem 1 bör ha växelströmsdrivsystem och lucksystem 2 likströmsdrivsystem. Automatikfunktioner (t ex VNR-vattennivåreglering), börvärdesstyrning och fjärrkontroll skall tillhöra system 1 medan KAS-funktion (katastrofskydd) skall tillhöra system 2. Hjälpkraftförsörjningen till system 1 skall vara dieselsäkrad. System 2 skall ha likströmsbatteri som endast används för lucksystemet. Vattennivåmätning för de båda systemen skall vara helt skilda, dvs separata pegelbrunnar och givare. Lucksystem 2:s kretsar skall ha begränsad utbredning. Batterisystem och KAS-funktion placeras lämpligen i spelhus. Kablage tillhörande de båda systemen bör brandsektioneras så att brand ej kan spridas mellan de båda systemen. Allt kablage bör förläggas på så sätt att åverkan förhindras. Övervakningsfunktioner som är uppbyggda för tidig detektering av fel skall finnas. Dubblering av lucksystem för drivvattenförling innebär också att tillfredställande avbördningssäkerhet uppnås vid underhåll på ett av systemen. Principskiss se figur 6.3.1.1.

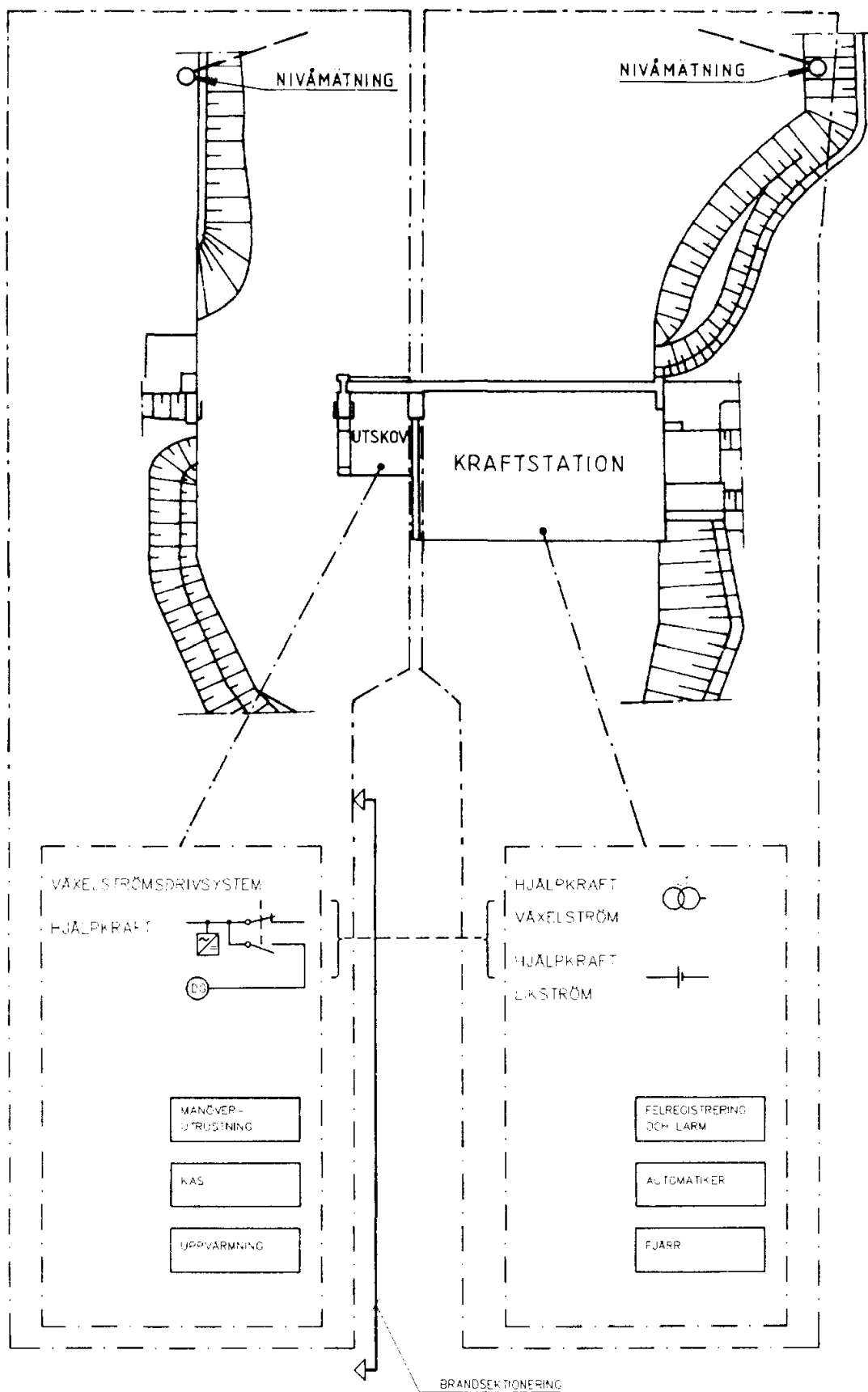
För anläggningar med inte fullt lika höga krav på avbördningssäkerhet kan förenklingar göras, inte minst av ekonomiska skäl. Grundfilosofin att ha en KAS-funktion som är så oberoende som möjligt av övriga funktioner bör dock kvarstå. Som ett exempel redovisas en möjlig systemuppbyggnad för en anläggning med endast en utskovslucka. Principskiss se figur 6.3.1.2.

Som nämnts ovan är det viktigt att vid systemutformningen förse utrustningarna med relevanta övervakningsfunktioner som gör att fel detekteras så tidigt som möjligt och inte först visar sig då systemet skall användas för sin uppgift. Exempel på övervakningsfunktioner:

- Hjälpkraft (normal spänning, jordfel, säkringar)
- Uppvärmning (värme inkopplad, strömövervakning av värmeobjekt)
- Omkopplare/säkerhetsbrytare
- Motorskydd
- Gränslägesbrytare
- Givare (4–20 mA möjliggör givar- och kabelövervakning)

Andra grundläggande faktorer att beakta förutom ovan redovisade är störtålighet, brandsektionering, kvalitet på komponenter samt att utforma så rena och enkla kretsar som möjligt.





Figur 6.3.1.1. Anläggningar med högsta krav på avbördningssäkerhet.

6.3.2. Motordriftsystem

Elektriska motordrivsystem består av en kombination av komponenter som kan omvandla elektrisk energi till mekaniskt arbete. Växelströms- respektive likströmsmotordrivsystem kan vara aktuellt.

Växelströmsdriftsystem för utskovsluckor utnyttjar företrädesvis asynkronmotorer. Asynkronmotorn är på grund av sin enkla konstruktion mycket driftsäker och har mycket lång livslängd. Hjälpkraftmatning till drivsystemet erhålles normalt från en dieselsäkrad 400/230 V fördelning.

Likströmsdriftsystem för utskovsluckor utnyttjar likströmsmotorer. Likströmsmotorn är på grund av sin konstruktion, beroendet av borstar och en kommutator, inte lika driftsäker som en asynkronmotor. Dessutom har den kortare livslängd, kräver mer underhåll samt betingar ett väsentligt högre pris än motsvarande asynkronmotor. Kraftförsörjning till drivsystemet erhålles normalt från ett likströmssystem.

Jämföres tillförlitligheten mellan ett likströmsdriftsystem (batteri-pådrag-likströmsmotor) med ett dieselsäkrat växelströmsdriftsystem påstås det i en del undersökningar (jfr. [9]) att likströmsdriftsystem har markant högre tillförlitlighet.

Utformar man dieselreservkraftanläggningen på ett korrekt sätt är vår bedömning att ett dieselsäkrat växelströmsdriftsystem är väl så tillförlitligt som ett likströmsdriftsystem. Den enkät och de intervjuer som har gjorts i den nu aktuella undersökningen pekar också på att så är fallet. Det som i en del fall påverkar dieselreservkraftanläggningens tillförlitlighet negativt är batterisystemet (användningen av enkla startbatterier) samt bränsleförsörjningen. Om dieselsystemet utformas på ett korrekt sätt med utrustning av hög kvalitet och relevanta övervakningsfunktioner bedömes växelströmsdriftsystem ha hög tillgänglighet. Likströmsdriftsystem är normalt mindre "uthålliga" än dieselsäkrade växelströmssystem. Kostnadmässigt är ett likströmsdriftsystem dyrare än motsvarande dieselsäkrade växelströmsdrivsystem.

Vid mycket höga krav på avbördningssäkerhet rekommenderas att redundans finns i ett likströmsdriftsystem. Med tanke på likströmssystemets uppbyggnad bl a med pådrag etc bör automatikfunktioner företrädesvis påverka växelströmsdriftsystem med asynkronmotor.

Motorer uppställda i icke tempererade utrymmen kan förses med inbyggt värmeelement för att förhindra kondens (motorn bör få en temperatur som överstiger omgivningstemperaturen med ca 5° C).

En kraftverksägare rekommenderar att man, vid utbyte av motorer av äldre årgång, alltid väljer en motor med närmast högre märkeffekt, då nyare motorer kan vara känsligare för överbelastning.

6.3.3. Hjälpkraft

6.3.3.1. Dieselreservkraftanläggningar

Som tidigare nämnts används ofta dieselhjälpkraft för säkerställning av hjälpkraftförsörjningen till utskovsluckor. En korrekt utformad och dimensionerad reservkraftanläggning är viktig för att erhålla en säker anläggning.

Dieselpkraftanläggningar kan normalt endast lämna en begränsad kortslutningsström och har en ogynnsam tidsfunktion för kortslutningsströmmen. Detta kan innebära selektivitetsproblem, som i fallet att anläggningen försörjer mer än utskovsluckfunktionen, gör att denna kan slås ut på en oönskad utlösning. Med anledning av detta ska reservkraftanläggningen vara försedd med ett magnetiseringssystem som kan leverera tillräcklig kortslutningsström samt att selektiviteten kontrolleras i driftfallet hjälpkraftförsörjning via reservkraftanläggningen.

Ett förekommande fel är att reservkraftanläggningens effekt är för liten i förhållande till lasten. Grundläggande är att ta fram en belastningsprofil med specifikation av samt låta dieselleverantören dimensionera effekten efter detta underlag. Speciellt krävande är motorsarter. Även graden av kurvdeformerande belastningar måste beaktas. Exempelvis likriktare och frekvensomriktare förorsakar deformation av spänningskurvformen vilket medför övertonsströmmar i systemet. Dessa strömmar kan bli problematiska ur belastningssynpunkt samt störande för generatorns spänningsreglering. Generatoren måste vara dimensionerad för dessa belastningsfall.

Tillgängligheten på anläggningen blir bättre om separat reservkraftanläggning användes för utskovsluckfunktionen.

En del leverantörer använder komponenter av tvivelaktig kvalitet med avseende på säkerhet och livslängd. Viktigt är att kritiskt granska komponentvalet.

Systemuppbyggnaden är i en del fall onödigt komplicerade. Rena och okomplicerade kretsar ökar anläggningens tillgänglighet.

För att upptäcka fel tidigt är det väsentligt att anläggningen är försedd med en relevant övervakningsutrustning för "stand-by läget".

Följande funktioner är viktiga att övervaka:

- Omkopplare-driftläge
- Start- och manöverbatterier (onormal spänning etc)
- Säkringar
- Bränsle
- Stilleståndsvärme

Batterispänningsövervakning skall systemmässigt vara oberoende av den övervakade

spänningen.

Leverantörens val av batterier är viktig att kontrollera, många leverantörer levererar konventionella startbatterier som bara har en livslängd på 2–3 år.

Uttag för att möjliggöra anslutning av mobilt reservkraftaggregat vid t ex längre reparationer och haverier bör finnas.

Då anläggningen är färdigställd skall den provas fullständigt och vid bl a olika driftfall. Provnings skall utföras både för ett sommar driftfall (het sommar dag) och ett vinter driftfall för att verifiera att kyl- resp. värmeanläggningen är rätt dimensionerad.

En översyn av på plats tillgänglig bränslemängd och vilken drifttid den ger bör regelbundet kontrolleras med anledning av Flödeskommitténs riktlinjer.

6.3.3.2. *Likströmssystem*

Säkerheten i ett likströmssystem som används för avbördningsfunktion är fundamental.

Som referens vid utformning av likströmssystem rekommenderas publikationerna "Likströmsförsörjning i vattenkraftstationer" [6] och "Likströmsförsörjning" [7].

Nedan sammanfattas några av de viktigaste faktorerna att beakta i samband med utformningen:

- Polseparering
- Selektivitet
- Övervakning
- Kapacitet
- Användande av batterier avsedda för stationär uppställning
- Omgivningstemperatur
- Drifttillsyn, årlig kontroll och kapacitetskontroll
- Laddningslikriktare

För stationer med höga krav på avbördnings säkerhet och där luckorna är försedda med likströmsdrivsystem rekommenderas placering av likströmsutrustningen i nära anslutning till drivutrustningen (spelhus). Om redundans finns genom ett dieselsäkrat lucksystem så bör ett enkelbatterisystem försett med avbrottsövervakningsfunktion vara tillfyllt. Allmänt är batterikapaciteten lägre vid låg temperatur, varför det är viktigt att ha uppvärmning under den kalla årstiden. För hög omgivningstemperatur a andra sidan är heller inte bra då det förkortar batteriets livslängd. På marknaden finns idag laddningslikriktare som kompenserar laddningsspänningen för omgivningstemperaturen. Hjälpkraftförsörjningen till likriktaren bör vara dieselsäkrad.

Beträffande batterier anser man inom några företag att dagens ventilreglerade batterier inte duger i t ex system för utskovsluckor beroende på livslängd och tillförlitlighet.

6.3.3.3. Avbrottsfri kraft (UPS)

Ett alternativ till likströmssystem enligt ovan kan vara ett UPS-system. Ett exempel på uppbyggnad av ett dylikt system för säker kraftmatning till utskovsluckor ges i bilaga 9. Systemet är naturligtvis speciellt fördelaktigt vid stationer där utskovsluckorna idag endast har växelströmsmatning, eftersom en anpassning av motor- och manöversystemet till likströmsdrift skulle innebära en stor kostnad.

6.3.4. Automatiker

Vattennivåreglerfunktioner skall utformas på så sätt att flödesförändringar tas om hand, så att dämningensgränser innehålls samt ha en reglerstrategi som ger optimal produktion, med hänsyn tagen till tillgängliga processobjekt. Vid utlösning av aggregat skall utskovsluckor överta den del av tillrinningen som ej kan avbördas via aggregat i drift.

Automatikers reglerfunktioner skall ha stötfri inkoppling mot processen samt vara uppbyggda så att reglerarbetet minimeras.

Automatikfunktioner skall ha övervakningsfunktioner för givare, reglerfel samt för hjälpkraftmatningar.

Automatiker bör inte verka på utskov med likströmsdrivsystem då komponenterna i dessa slits snabbt vid hög manöverfrekvens. Hydraulluckor är däremot mycket lämpade för att styras av automatiker.

6.3.5. Katastrofskydd (KAS)

Skyddsfunktioner skall uppbyggas så att de är oberoende av automatikfunktioner. Komponentkvaliteten i skyddet och skyddets funktionskedja bör uppfylla krav enligt SS 436 15 03 miljöklass ML 4.

KAS skall vara enkelt och driftsäkert.

Deblockering av utlöst KAS-funktion skall ske manuellt via återställningsknapp.

Utlöst KAS-skydd skall blockera automatikfunktioner om de verkar på samma lucka som KAS-funktionen.

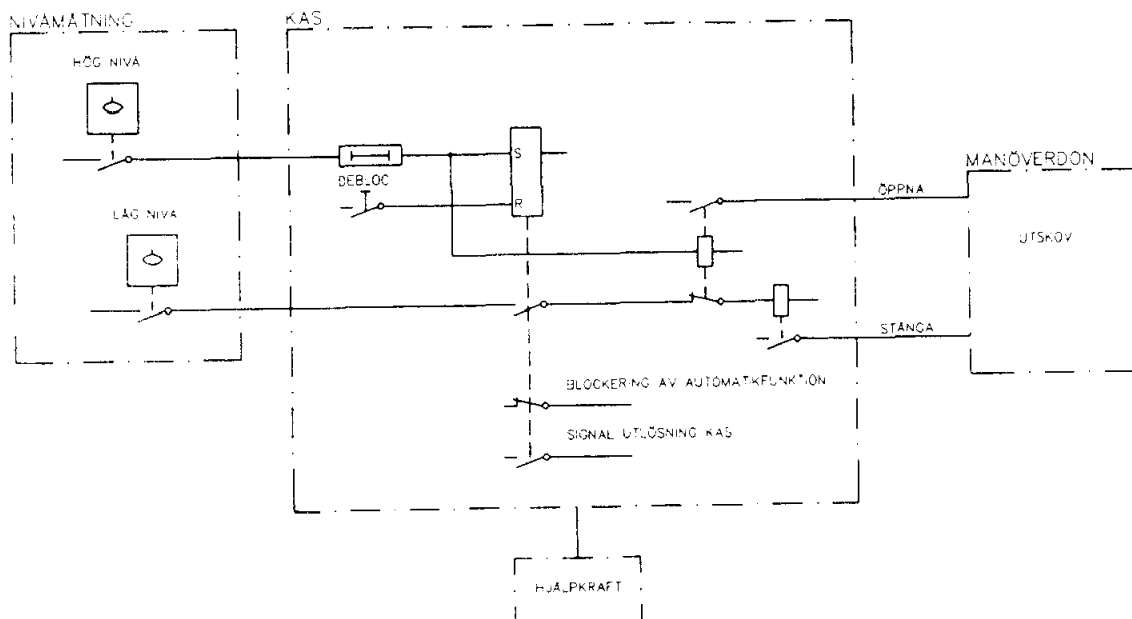
Öppna funktion skall ha prioritet över stänga funktion.

KAS skyddet ska ha för funktionen unika nivåvakter (separata för hög respektive låg nivå). Digitala nivåvakter är att föredra ur störsäkerhetssynpunkt. Nivåvakternas brytförmåga i eventuella likströmskretsar ska beaktas.

Utskov som är försedda med KAS-funktion får inte utnyttjas för annan funktion mer än att

reserv finns för full drivvattenförling.

Exempel på KAS-funktion finns i figur 6.3.5.1.



Figur 6.3.5.1. Principskiss för KAS-funktion.

6.3.6. Nivågivare för vattenstånd

Nivåmätning skall ske i ett lugnt avsnitt av dammen för att minimera risken för påverkan genom svallning, fallförlust etc. Mätpunkten skall dock inte ligga onödigt långt ifrån tappningsstället. Användande av "pegelbrunn" för nivåmätningen rekommenderas. Denna bör ha en Ø av minst 400 mm samt vara försedd med termostattyrd värmefunktion. Pegelbrunnen skall vara ansluten via tilloppsledning till vattenmagasinet. Förläggning av tilloppsledningen skall ske med beaktande av risken för igensättning av röret samt att luftfickor kan bildas.

Tilloppsledningen bör förses med anslutningsmöjlighet för renblåsning (tryckluft).

Givare måste skyddas från påverkan från överspänningar, t ex åska, genom överspännings-skydd och följejordlina längs med signalkabeln (alternativt kan optokabel användas).

Det är viktigt att alla givare finns dokumenterade.

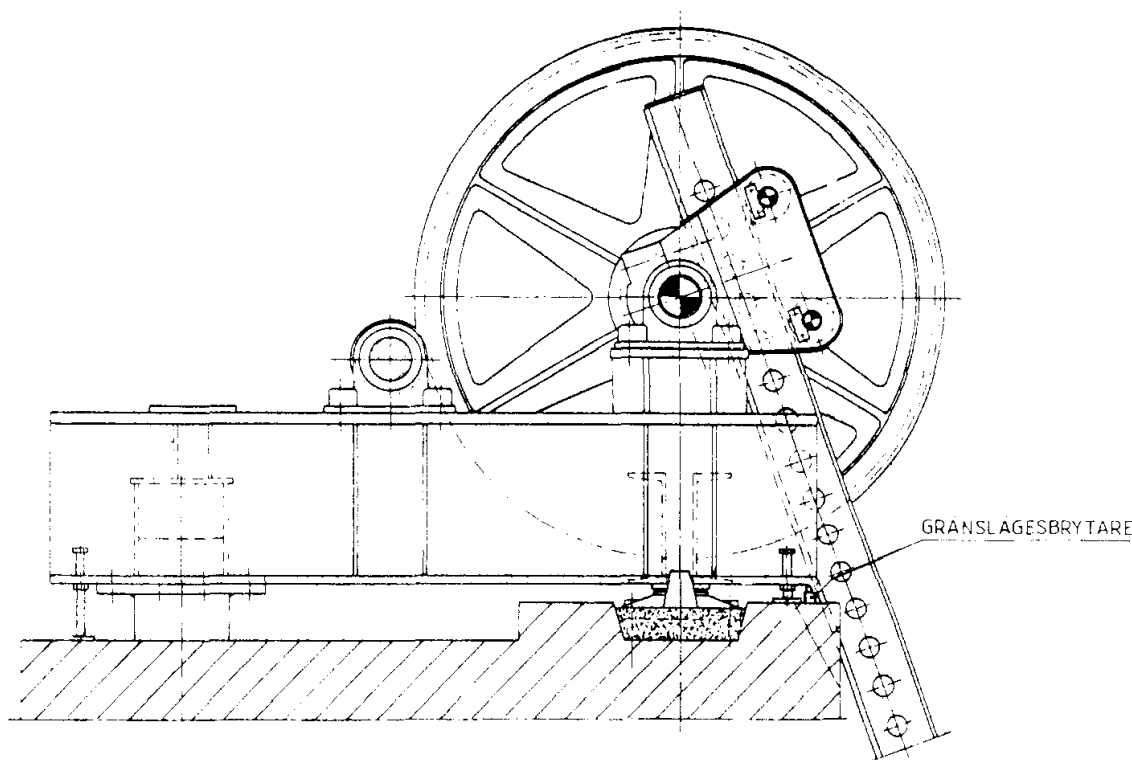
6.3.7. Gränslägesbrytare

Användande av mekaniska gränslägesbrytare rekommenderas ur tillförlitlighetssynpunkt. Gränslägesbrytarna skall monteras så att risken för påverkan från is, fukt etc minimeras. Kabelinföring till givare bör ske så att vatten ej kan rinna längs kabeln och därigenom medföra risk för fuktinträngning.

Placering av gränslägesfunktionen inomhus (spelhus) innebär mindre risk för fel.

Fundamentbrytare (överlastbrytare) se figur 6.3.7.1. bör förses med övervakningsfunktion som ger larm om de har löst ut. Vid utlöst fundamentbrytare skall såväl öppna som stänga funktion förreglas (lagerbocken kan ha flyttat på sig).

Gränslägesfunktionen skall förses med redundans där risk för skador föreligger vid felfunktion på gränsläget. Påverkssystemet för det redundanta gränsläget skall vara skilt från ordinarie gränsläge ex påverkan från luckkropp.



Figur 6.3.7.1. Fundamentbrytare.

6.4. Brandsäkerhet

Brandsäkerheten kan förbättras betydligt genom att man håller efter oljespill och oljeläckage samt ser till att oljor och annat brännbart material (oljeindränkta trasselsuddar, papper etc) inte förvaras i spelhusen.

Isolering av genomföringen för dieslarnas avgasrör måste beaktas.

Separering av kabelvägar och utrustning för redundanta system bör eftersträvas.

I vissa anläggningar är det nödvändigt att placera släckutrustning i spelhusen.

För anläggningar med högsta krav på avbördningssäkerhet bör införande av branddetekteringsutrustning övervägas. Före installation av mera sofistikerade utrustningar bör dock en ordentlig riskstudie genomföras.

6.5. Organisation

6.5.1. Allmänt

Kraftföretagens organisation och ansvarsfördelning är grundläggande för alla säkerhetsfunktioner. Pågående rationaliseringar och omstruktureringar kan i sig utgöra en riskfaktor. Det är av stor vikt att även onormala situationer beaktas vid utformning av drift- och underhållsorganisationer. Vidare måste utbildning och träning av drift- och underhållspersonalen hålla jämna steg med förändringarna i organisationen.

Enligt gällande vattenlag [1] är ägaren av en vattenanläggning skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada för allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena.

Enligt vattenlagen skall vidare tillsyn över vattenföretag och vattenanläggningar utövas av länsstyrelsen. Om särskilda skäl föreligger kan annan myndighet än länsstyrelsen förordnas att biträda länsstyrelsen i tillsynen i speciella frågor.

Fortlöpande övervakning av dammar är ur säkerhetssynpunkt absolut nödvändigt såväl vid uppförandet som vid drift.

Dammsäkerhetsfrågor bör behandlas likartat inom hela kraftindustrin och betraktas som en gemensam angelägenhet för branschen. Fortlöpande samråd och kunskapsutbyte i syfte att utveckla arbetsmetoder och rutiner bör uppmuntras. Det är viktigt med gemensamma riktlinjer med hänsyn till myndigheters och allmänhetens tilltro till verksamheten.

Ett exempel på organisationsplan för de i dammsäkerhetsfrågorna inblandade parterna visas i bilaga 4 och utgör utgångspunkt för de följande resonemangen.

6.5.2. Ägarens organisation

Ansvarig för dammsäkerheten är ägarföretaget genom sin Vd, som i sin tur utser en dammsäkerhetsansvarig. Denne är normalt ansvarig för organisation och arbetsrutiner som säkerställer dammsäkerheten vid det egna företaget. Han har till uppgift att utarbeta och följa upp företagets rutiner och kontrollfunktioner i dessa frågor. Han svarar för företagets kvalitetssäkringssystem i dammsäkerhetsfrågor.

I ett aktivt dammsäkerhetsarbete skall bland annat ingå:

- Att policy för dammsäkerhetsfrågor utarbetas.
- Att drift- och underhållsinstruktioner för utskovsluckor upprättas.
- Att besiktnings-, inspektions- och tillsynsverksamheten bedrivs.
- Att övervaka så att berörd personal fortlöpande utbildas och övas.
- Att incidenter rapporteras.

Många större kraftföretag är uppdelade i ett antal driftorganisationer, vilka i sin tur svarar för vattenhanteringen i en eller flera älvar.

För tillsyn och underhåll är det vanligt att entreprenörer anlitas. Mycket av det praktiska dammsäkerhetsarbetet utföres således av entreprenörer. Dessa har inte större ansvar än vad ägareföretaget i avtal ålägger dem. Yttersta ansvaret har alltid ägarföretaget. Driftorganisationerna bör således i dessa fall vara utformade för att kunna vara beställare. Det vill säga formulera entreprenörens uppgifter samt att kontrollera att dessa blir rätt utförda.

Utvecklingen för driftcentralerna går mot allt större och färre enheter. De kan utgöra en del av en driftorganisationsenhet eller vara en fristående enhet enligt bilaga 4.

Driftorganisationerna svarar för vattenhanteringen ur säkerhetssynpunkt inom sina älvar. Därför bör driftorganisationen ha fulla ansvaret i ett krisläge.

Driftcentralernas arbetsuppgifter vad gäller utskovsluckors drift- och avbördningssäkerhet är följande:

- Planera och styra vattenhanteringen bl a genom att vara väl förtrogen med hur prognosarbetet bedrivs.
- Övervaka och kontrollera vattenhantering.
- Vid indikerade fel larma underhålls- och beredskapspersonal.
- Vid krissituationer larma räddningstjänst.

Förteckning över handlingar som bör finnas vid varje driftcentral, se bilaga 5.

Några företag har satt upp skyltar med telefonnummer till driftcentraler för att underlätta för allmänheten att rapportera om onormala iakttagelser. Detta kan rekommenderas, varvid telefonnummer av 020-typ är att föredra.

6.5.3. Ägarens kontrollrutiner

För övervakning av dammsäkerheten totalt föreslås följande system som tillämpas av flertalet dammägare och som kortfattat kan beskrivas enligt nedan:

Besiktning bör normalt företas vart fjärde år av sakkunnig besiktningsman som godkänts av dammsäkerhetsnämnden. Protokoll skall upprättas. Rapport med dammsäkerhetsbedömning tillställs det gemensamma dammregistret, se bilaga 3.

Besiktningarna skall omfatta den totala dammsäkerheten. För luckor anser vi att besiktningarna bör utföras av en grupp med bygg-, mek- och el-/styr-kompetens. Det är vår bestämda uppfattning att förutsättningslös prövning av luckornas tillgänglighet i alla tänkbara driftsituationer endast kan bedömas efter analys av alla faktorer som påverkar den. Till exempel reservkraftssystem, manöversystem, kabelförläggning, kommunikationssystem och så vidare. En annan viktig sak är att ägaren (dammsäkerhetsansvarig) uppfattar besiktningarna som en resurs och inte som en påtvingad kontroll.

Tillståndskontroll av luckor bör genomföras en gång om året och då lämpligen inför vintersäsongen med därpå följande högvattenperiod. Kontrollen skall utföras av personal

som har insikt i dammsäkerhetsfrågor. Protokoll skall upprättas. Även efter varje arbete som kan tänkas ha påverkat funktionerna bör fullständig funktionskontroll utföras. Exempel på instruktioner för funktionskontroll lämnas i bilaga 6.

Om möjlighet finns bör fullständiga manöverprov, dvs från "Stängt" till "fullt Öppet" till "Stängt" läge genomföras.

Tillsyn bör utföras av driftpersonal dagligen, veckovis eller med annat tidsintervall beroende på typ av damm, årstid m m.

Den löpande tillsynen sköts idag i flera företag av entreprenörer. Det är således av vital betydelse att uppgifterna som skall ingå i entreprenaden är väl genomarbetade och dokumenterade. Till exempel driftsättningsrutiner med funktionskontroll efter varje arbete på lucka. Vidare är det mycket viktigt att det finns klara instruktioner för vilka ingrepp i konstruktioner och utrustningar som entreprenören får göra utan särskilt tillstånd från ägaren. Alla fel och åtgärder bör skriftligen rapporteras enligt standardiserade formulär och arkiveras hos ägaren i anslutning till dammloggaren och vara tillgängliga vid besiktningar.

Inom kraftindustrin installeras årligen ett antal nya luckor som ersättning för gamla uttjänta. Det är idag vanligt att upphandling sker på totalentreprenad där leverantören har ett funktionsansvar. Vissa leverantörer har stor erfarenhet av luckor och har tillgång till kvalificerade konstruktörer. Andra företag däremot har alltför liten kompetens och erfarenhet. Det är viktigt att beställarens förfrågan är väl genomtänkt och innehåller alla funktionskrav, driftförutsättningar och kvalitetskrav. Vidare bör luckleverantören, innan tillverkning påbörjas, avkrävas fullständig redovisning av sitt förslag i vilken alla krav verifieras. Beställarens konstruktionsgranskning samt tillverknings- och montagekontroll är mycket viktiga moment i kvalitetssäkringsarbetet oavsett vald entreprenadform.

6.5.4. Beredskap och räddningstjänst

Beredskap och räddningstjänst är mycket viktiga funktioner för säkerheten. Men eftersom det inte är specifikt för lucksäkerheten utan för hela dammsäkerheten har vi valt att göra redovisningen separat, se bilaga 7.

7. REFERENSER

- [1] Vattenlagen, 1983:291.
- [2] VAST, *Avbörtningsssäkerhet vid vattenkraftstationer*, 1982.
- [3] VAST, *Kontroll av dammbyggnadens underhåll och säkerhet*, 1990.
- [4] VAST, *PLC- system i transformator- och vattenkraftstationer*, 1987.
- [5] VAST, *Underhållsbok för kraftföretag*, 1983.
- [6] VAST, *Likströmsförsörjning i kraftstationer*, 1983.
- [7] SEF, *Likströmsförsörjning*, 1993.
- [8] NVE, *Prosjekt damsikkerhet Rapport 6*, maj 1992.
- [9] Water Power & Dam Construction, Sept/Oct 1993.
- [10] Vattenfall, *Riskstudie över avbörtningsssystemet i Stadsforsen*, juli 1990.

8. BILAGOR

- Bilaga 1 Enkät
- Bilaga 2 Frågeformulär
- Bilaga 3 Kraftindustrins gemensamma dammregister (formulär)
- Bilaga 4 Organisationsschema för avbördningssäkerhet
- Bilaga 5 Handlingar i driftcentraler
- Bilaga 6 Underhållsinstruktioner för luckor
- Bilaga 7 Beredskap och räddningstjänst
- Bilaga 8 Felträdsanalys och driftsäkerhetsbedömning
- Bilaga 9 UPS-system för utskovsluckor

ENKÄT	Statistikuppgifter
-------	--------------------

Lucktyper:		Segmentlucka	Sektorlucka	Planlucka	Valslucka	Spettlucka	Nålar	Sättar	Annan lucktyp
Antal luckor		....	....	....	....	....	....	....	....
Felfrekvens Ant / 10 år		....	....	....	....	....	....	....	....
Felorsak:									
1	Oväntade flöden	☐							
2	Beredskap / Bemanning	☐							
3	Handhavande	☐							
4	Isproblem(kravning mm)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	Byggnadstekniska konstruktioner	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6	Mekanisk utrustning	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7	Elektrisk utrustning	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8	Styrutrustning	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9	Kommunikationsutrustning	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10	Uppvärmning	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11	Fastkilning	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12	Övrigt	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13	Övriga synpunkter / upplysningar:								
Fyll i för er tillämpbara alternativ									
Uppgiftslämnare :		Företag	.....						
		Namn	.....						
		Tel. nr:	.....						

SPECIALSTUDIUM AV LUCKOR

LUCKTYP

.

1. Data

- Placering
- Dimension, B x H
- Avbördningskapacitet

2. Byggnadskonstruktioner:

- Trösklar
- Infästningar i gammal betong
- Urlakning av betong
- Rost (gåtar, falsar)
- Spelhus
- Transportvägar (snö, erosion)
- Skadegörelse (intrångsskydd?)

3. Mekanisk utrustning

- Luckblad, luckarmar (vekhet, vibrationer)
- Lagring
- Ventilation
- Korrosion
- Uppvärmning
- Tätningar

4. Manöverorgan

- Hydrauliska
 - Oljeaggregat
 - Lyftkolv
 - Slangar, rör
- Skruvaspel
 - Spindel
 - Mutter, växel
 - Damasker
- Kedjespel
- Vajerspel
 - vajer
 - Trumma
 - Bromsar
- Reservsystem (handmanöver)

5. Elutrustning

- Kraftmatning
 - Växelström
 - Likström (batteri, likriktare)
 - Dieselsäkrat
 - Jordningssystem
- Manöversystem
 - Lokalkontroll
 - Avståndskontroll
 - Fjärrkontroll
 - Automatik
 - Givare, gränslägen
 - Kablage
 - Felsignal
 - Kommunikation

6. Funktionskontroll

7. Dokumentation

8. Organisation

- Ansvar
- Bemanning
- Beredskap

Upprättat (år, mån):

Ändrat (år, mån):

Uppgiftslämnare:

Adress

.....

Telefon

1. ALLMÄNNA UPPGIFTER

Anläggning Län (.....)

Vattendrag (.....)

Avrinningsomr. nr Kommun (.....)

Kartblad (.....)

Koordinater x = y = Fastighet

Mynningskoord. x = y =

Ägare

.....

Adress

.....

Telefon

Vattendom

I drift år: Körbar tillfartsväg ☐ ja ☐ nejOmbyggd år: plogas vintertid ☐ ja ☐ nej

Omfattning:

.....

Data för befintlig anläggning:

Utbyggnadsvattenföring, m³/s Utbyggnadseffekt, kW

Bruttofallhöjd, m Normalårsproduktion, GWh/år

Dämningsgräns, DG Antal aggregat

Sänkingsgräns, SG Fjärrmanövrering från

Årsregl

Korttidsregl

Regleringsampl, m

Regleringsmag, m³

Anm.:

2. BYGGNADSTEKNISKA UPPGIFTER

Dammdel	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Enhet									
Typ									
Grundläggning									
Dammhöjd, m									
Krönbredd, m									
Krönlängd, m									
Fribord, m									
DG - ök tätkärna									
Fribord, m									
DG - krön									

Utskov nr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Fri bredd, m								
Avstånd DG-tröskel, m								
Avstånd ök brobana-tröskel, m								
Avbördning vid DG, m ³ /s								
Typ av utskov								
Manövrering								
Reservmanövrering								

Anm.:

3. HYDROTEKNISKA UPPGIFTER

Högsta flöde (HHQ), m³/s

Medelvattenföring (MQ), m³/s

Högsta beräknade tillrinning, m³/s

Maximal avbördning med vy vid

DG, m³/s

fyllningsdamm ö.k. tät kärna, m³/s

krön, m³/s

Tillrinningsområde, km²

Dämningsareal, sjöyta, km²

Maximalt frisläppt vattenvolym vid dammbrott

med vy vid DG, m³

med vy vid krön, m³

Anm.:

.....

.....

4. ÖVERVAKNING OCH LARM

Signal vid hög ö.v.y. ☐ ja ☐ nej

Automatisk lucköppning
vid hög ö.v.y. ☐ ja ☐ nej

Läckagemätning ☐ ja ☐ nej

Larm ☐ ja ☐ nej

Vattenytans stigningshastighet

vid utbyggnadsvattenföring: m/h

vid högsta beräknade tillrinning: m/h

Tid för personal att nå anläggningen, h

Instruktion för beredskap ☐ ja ☐ nej

Anm.:

.....

.....

5. KONSEKVENSER NEDSTRÖMS VID DAMMBROTT

☐ Stora ☐ Måttliga ☐ Små ☐ Inga

Anm.:

.....

.....

6. RISK FÖR OKONTROLLERAD TILLRINNING FRÅN DAMM UPPSTRÖMS GENOM DAMMBROTT

☐ Stor ☐ Måttlig ☐ Liten ☐ Ingen ☐ Vet ej

Anm.: _____

7. ANSVAR, BESIKTNINGAR OCH INSPEKTIONER

Ansvarig för dammsäkerhet: Namn: _____

Befattning _____ Telefon _____

Besiktningar	Intervall	Senast utförd	Utförd av
byggnadsteknisk	_____	_____	_____
mekanisk utr	_____	_____	_____
eltekisk	_____	_____	_____

Inspektioner		Provkörning av utskovens mek- och el.-utrustning
byggnadsteknisk	_____	
mekanisk utr	_____	Intervall _____
eltekisk	_____	Antal mellan de två senaste byggnadstekn. besiktn. _____

Anm.: _____

8. DAMMSÄKERHETSBEDÖMNING

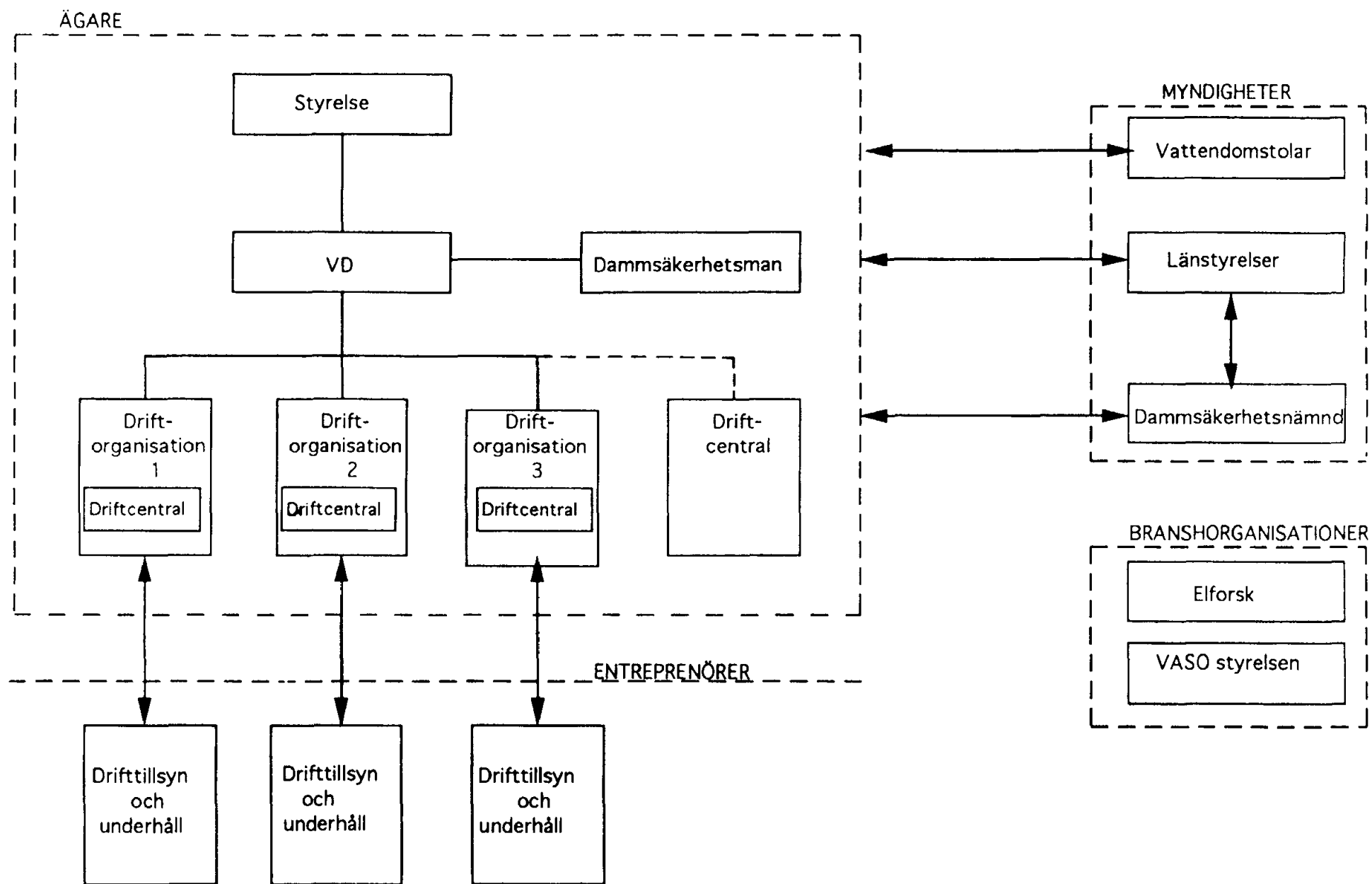
Anläggningen är i säkert skick ☐ ja ☐ nej

Ytterligare undersökning alt. åtgärder planeras/krävs betr.

☐ dammar ☐ luckor, mek. utrustning ☐ luckor, elektr. utrustning ☐ nivåregleringssystem

skall utföras senast _____

Anm.: _____



Organisationsschema för Avbördningssäkerhet

HANDLINGAR I DRIFTCENTRALERNA

Handlingar i driftcentralerna för övervakning och kontroll av vattenhantering:

Hydrologi, magasin

- Tidsschema för överrinningar
- Magasin, regleringsvolym, totalt uppdämda volym
- Peglars mätområde och tillförlitlighet i olika situationer
- Vid höga nivåer hotade objekt, vägar, broar, hus etc
- Drivvattenföring för respektive aggregat
- Dimensionerande flöden

Avbördningar under olika förutsättningar

- Tillgänglig avbördningskapacitet, fjärrstyrt, dämningsskydd
- Tillgänglig avbördningskapacitet, auto, manuellt samt tidsuppgifter för i anspråkstagande
- Ökad avbördningsförmåga vid överdämning
- Luckgivares tillförlitlighet

Vattendom

- Avbördningskrav
- Vattenhushållningsbestämmelser
- Signaler (vad ingår i summa larm)

Möjlighet till överdämning

- med hänsyn till dammbyggnaden
- med hänsyn till intressen (hotade objekt, vägar, broar, hus etc)
- utskovens handhavande med hänsyn till erosion nedströms

Exempel på

UNDERHÅLLSINSTRUKTION

Funktionskontroll av utskovsluckor

Underhållsinstruktion

Allmänt

Varje punkt i instruktionen motsvarar en punkt i programlista för funktionskontroll av luckor. I programlistan skall noggrant uppges anläggningsdel samt datum. De luckor som inte har någon märkning, t ex 1, 2 osv. eller på annat sätt kan särskiljas från övriga luckor skall märkas på följande sätt:

Från vänster till höger (näsan i strömriktningen) 2 osv. För intagsluckor skall märkningen överensstämma med aggregat benämningen, exempelvis lucka 1 för aggregat 1.

Kontrollen/åtgärden i programlistan utförs i tillämpliga delar. Anläggningens tillstånd skall noteras så att man kan härleda noteringen. Eventuellt kan fotografering komma ifråga. Alla märkbara storheter skall noteras. Rostgrad enligt SMS-standard. Läckning anges med 0–20, 20–100 eller <100 l/min. Rötskador anges med ingen rötskada, rötskada eller svår rötskada. Generellt gäller som lägsta isolationsvärde för LS-utrustning 20 MW och för VS-utrustning 5 MW.

Hur används programlistan?

Varje programlista omfattar ett luckparti, begränsat av två pelare.

Aktuell

Här markerar den som planerar funktionskontrollen de punkter i listan som är aktuella för anläggningen med ett x. Eventuellt beskrivs åtgärden (orsaken till åtgärden) i en bilaga, vars nummer förs in i kolumnen.

Utförd

Här markerar provaren med ett x att punkten utförts.

Noteringar

Här görs de noteringar om kontrollen/åtgärden om så behövs. Hänvisning till eventuella bilagor med bilagornas nummer.

1. Luckblad

1.1. Täthet

Bladets täthet i sido- och tröskeltätningar bedöms.

1.2. Luckbladets kondition.

På stålluckor bedöms luckbladets ytskydd både på luft- och vattensida (målningsvärdet). Detta utförs under punkt 7.1. Trålluckors rötskydd bedöms. Mekaniska skador på trä och stål noteras.

1.3. Järndetaljer

Kontroll av att liggande, vattensamlade balkar är väl dränerade.

1.4. Spärranordning

Kontroll och eventuell justering, så att mekanisk spärr fungerar på avsett sätt.

1.5. Ytskydd

Mindre skador i skyddet åtgärdas med tectyl eller bättringsmålas.

1.6. Smörjning

Bladets styrhjul, lager, falsar och leder smörjs. Kontroll av att smörjmedlets vägar är öppna. Överflödets smörjmedel torkas av.

2 Falsområde

2.1. Stöd- och bröstbalkar

Mindre skador i ytskyddet åtgärdas med tectyl eller bättringsmålas. Kontroll av att liggande, vattensamlade balkar är väl dränerade.

2.2. Betong- stenanslutningar

Kontroll av ev. läckning under bottentröskel och runt sidotätningar. Övrig läckning genom betong- och stenkonstruktioner intill luckutskoven noteras.

2.3. Ytskydd

Mindre mekaniska skador på målade och galvaniserade ytor åtgärdas med tectyl eller bättringsmålas.

2.4. Smörjning

Gåtar och glidytor smörjs.

3. Isfrihållnings- och uppvärmningutrustning

3.1. Funktionsprov, luckvärme

Luckvärme funktionskontrolleras. Eventuell automatisk styrning skall provas. Häri ingår prov av jordfelsbrytaren. Funktionsvärden för termostater skall vara följande:

Steg 1 vid 0° C

Steg 2 vid -5° C

Steg 1 = lägre effekt

Steg 2 = högre effekt

3.2. Funktionsprov, falsvärme

Som punkt 3.1.

Nivån kontrolleras vid falsvärmeanläggningar som innehåller vätska, kontroll av pump-anläggning. Om vätskan är glykolblandat vatten kontrolleras att frostskyddsnivån är -30° – -35° C

3.3. Anslutningar

Elektriska anslutningsledningarna kontrolleras med avseende på fastsättning och mekaniska skador.

3.4. Luftbubbelanläggning

Kontroll av kompressorutrustning (tillsyn). Kontroll av att det kommer luftbubblor utefter hela luckans längd.

4. Kraftöverföring

4.1. Linor, kättingar, kedjor

Linor, kättingar, kedjor smörjes

4.2. Hydraulecylindrar

Hydraulecylindrar kontrolleras i sina ändstycken. Eventuell läckning noteras.

Cylindrar som normalt har kolvstången i utskjutet läge skall noggrant skyddas med ett tunt lager vattenfast fett.

4.3. Kuggväxelöverföring

Kugghjulens kontaktytor och lagringar smörjs. För slutna kuggväxlar kontrolleras oljenivå och axelfästningar.

4.4. Mekanisk koppling

Rörliga delar kontrolleras och smörjs.

4.5. Ytskydd

Mindre skador i skyddet åtgärdas med tectyl eller bättringsmålas.

4.6. Smörjning

Kraftöverföringen smörjs. Öppna kugghjul penslas med smörjmedel. (Här måste hänsyn tas till hur utsatta delarna är för nedsmutsning.) Förbrukat och överflödigt smörjmedel torkas av.

5. Drivutrustning

5.1. Domkraftutrustning

Skador på lyftutrustningen noteras. Utrustningen fastsättningsanordning kontrolleras och provas.

5.2. Kättingspel

Föreskriven besiktning utföres. Smörjning av spelet och kedjan. Kontroll av utrustningens fastsättningsanordning i luckan.

5.3. Handmanöverutrustning

Rörliga delar och leder kontrolleras och smörjs. Fasthåkningsanordningen för luckan besiktigas och provas. Handmanöverdonet, vev, hävarm av trä, spett etc kontrolleras, så att man har avsedd funktion och att slitaget inte är så stort att man riskerar rappning eller andra haverier.

5.4. Ytskydd

Mindre skador i skyddet åtgärdas med tectyl eller bättringsmålas.

5.5. Smörjning

Drivutrustningen smörjs. Förbrukat och överflödigt smörjmedel torkas av.

6. Manöverutrustning

6.1. Mekaniska kopplingar
Smörjning av rörliga delar

6.2. Hydraulutrustning
Rensning av sugsil på pumpen. Kontroll av värme i hydrauloljetank.

6.3. Lägesgivare m m
Kontroll av givarutrustning, verkligt öppningläge mot instrumentvisning. Vid fjärrindikering kontroll mot driftcentral. Se punkt 7.1.

6.4. Uppvärmningsanordning
Kontroll av uppvärmningsanordning i utrymmet för manöverutrustningen.

6.5. Ytskydd
Manöverutrustningens ytskydd kontrolleras. Mindre skador i ytskydd åtgärdas med tectyl eller bättringsmålning.

7. Funktionsprov

7.1. Provkörning
Fjärrstyrda luckor manövreras även från driftcentral. Provet ska utföras om det är möjligt ur vattenföringssynpunkt. Respektive driftledning skall kontaktas i god tid, så att tappningsändringen kan ske vid lämplig tidpunkt.

Vid handmanövrerade luckor lättas luckan någon decimeter.

PROGRAMLISTA

Funktionskontroll, luckor	Provn. datum	Utförd av	Anläggning	Anläggningsdel
1. Luckblad				
1.1. Täthet				
1.2. Luckbladets kondition				
1.3. Järndetaljer				
1.4. Spärranordningar				
1.5. Ytskydd				
1.6. Smörjning				
2. Falsområde				
2.1. Stöd- och bröstbalkar				
2.2. Betong- och stenanslutningar				
2.3. Ytskydd				
2.4. Smörjning				
3. Isfrihållningsutrustning				
3.1. Funktionsprov, luckvärme				
3.2. Funktionsprov, falsvärme				
3.3. Anslutningar				
3.4. Luftbubbelanläggning				
4. Kraftöverföring				
4.1. Linor, kättingar, kedjor				
4.2. Hydraulcylindrar				
4.3. Kuggväxelöverföring				
4.4. Mekanisk koppling				
4.5. Ytskydd				
4.6. Smörjning				
5. Drivutrustning				
5.1. Domkraftutrustning				
5.3. Handmanöverutrustning				
5.4. Ytskydd				
5.5. Smörjning				
6. Manöverutrustning				
6.1. Mekaniska kopplingar				
6.2. Hydraulutrustning				
6.3. Lägesgivare m m				
6.4. Uppvärmningsanordning				
6.5. Ytskyddsprov				
7. Funktionsprov				
7.1. Provkörning				

BEREDSKAP OCH RÄDDNINGSTJÄNST

Normalt upprätthålls en ständig beredskap beträffande dammanläggningar genom resp. företags driftcentraler.

För organisation och bedrivande av räddningstjänst för dammanläggningar gäller Räddningstjänstlag av 1986-12-11 (SFS 1986:1102). Ansvaret för räddningsinsatser på grund av inträffad händelse vid dammbyggnad åvilar enligt denna lag räddningskåren i respektive kommun. I fråga om räddningsinsatser som kan bli omfattande, kan regeringen bestämma att ansvaret skall övertas av länsstyrelse eller annan statlig myndighet.

Generellt har därvid regeringen i räddningstjänstförordningen (SFS 1986:1107) ålagt länsstyrelsen att ”fordras omfattande räddningsinsatser i kommunal räddningstjänst skall länsstyrelsen ta över ansvaret för räddningstjänsten i de kommuner som berörs av insatserna”.

För handlande vid risk för allvarlig händelse eller då allvarlig skada eller fara redan hunnit uppstå, rekommenderas följande för de ur säkerhetssynpunkt viktiga dammarna:

- Dels att i respektive driftcentral, ävensom lokalt i bemannad anläggning, finns av dammägaren upprättad, lätt tillgänglig instruktion.
- Dels att obemannade anläggningar, där dammbrott bedöms utgöra ett hot för människor eller miljö, är utrustade med ett varningssystem, som i tid till driftcentral indikerar att skada uppkommit.

Uppplysningsvis gäller vidare från beredskapssynpunkt:

- Dels att inom respektive kommuns räddningskår finns upprättad en insatsplan för objektet.
- Dels också att inom kommunens räddningstjänst finns upprättad resursförteckning, i vilken förtecknats de personella och materiella resurser som insats kan komma att beröra.
- Dels att för anläggningar, som av myndighet klassats som §43 anläggning enligt räddningstjänstlagen, gäller att anläggningsinnehavaren är skyldig att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom vid anläggning, där verksamheten innebär fara för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller i miljön.
- Dels att det inom länsstyrelsen finns upprättad planläggning för hur ett ansvarsövertagande av länsstyrelsen skall ska om ett sådant kan förutses.

Insatsplan, liksom för dammägarens handlande avsedd instruktion, bör för de viktigaste dammanläggningarna vara grundad på särskild konsekvensutredning med avseende på vattendraget med anläggningar och omgivningar samt kan behöva avse åtgärder såväl under ett riskskede som vid ett utbildat dammbrott.

Dammägarens instruktion skall avse sådana åtgärder som är ägnade att med snarast möjliga verkan förhindra eller minska skador såsom att:

- Larma räddningstjänsten enligt gängse anvisningar.
- Låta avsänka det egna magasinet om egen damm är hotad.
- Vara beredd om annans damm är hotad.
- Att genom överdämning vid egen damm bidra till dämpning av vattenflödet.
- Minska tillrinningen genom magasinering vid uppströms liggande anläggningar.
- Bemanna närliggande anläggningar.

Därutöver har vakthavande driftansvarig att i det akuta läget efter eget bedömande vidtaga lämpliga åtgärder, t ex genom att rekvirera resurser för att trygga anläggningens bestånd genom byggnadstekniska eller andra åtgärder.

För alarmering skall finnas följande:

- Aktuell kontaktlista över intern driftledning och beredskap.
- Vid varje anläggnings telefon eller på särskild skylt samt i ansluten driftcentral, väl synligt anslag med uppgift om telefonnummer för alarmering samt om anläggningens geografiska läge, s k rutnummer i den kommunala räddningskårens plan.
- Uppgifter om den vidare alarmering till olika organ som kan vara förbeställd vid SOS-centralen.
- Uppgifter om eventuellt reservkommunikationssystem.
- Etablerade kontakter med radio och TV.

UTSKOVSLUCKOR

**Felträdsanalys och
driftsäkerhetsbedömning**

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. **Allmänt**
2. **Felträdsanalys**
3. **Driftsäkerhetsbedömning av:**
 - 3.1. Spettluckor utan nivåövervakning
 - 3.2. Spettluckor med nivåövervakning i DC
 - 3.3. Maskinlucka med lokal manöver vid dammen och nivåövervakning i DC
 - 3.4. Maskinlucka med fjärrkontroll
 - 3.5. Maskinlucka med lokal automatik för övy och lucköppning vid frånslag av aggregat samt fjärrindikering i DC
 - 3.6. Maskinlucka med två skilda drivsystem; två oberoende pegelbrunnar; separerade kabelvägar; katastrofskydd; lokala automatiker och fjärrkontroll

Felträd

1. Allmänt

Felträden, redovisade nedan, behandlar händelser som medför utebliven luckfunktion för såväl de enklaste spetluckor som de mera sofistikerade maskinluckor med redundans för vitala manöverfunktioner och hjälpsystem. Av utrymmesskäl redovisas här endast felträd för spetlucka utan nivåövervakning enl 3.1 samt felträd för maskinlucka med fullt utbyggd redundans enl 3.6. Det fullständiga materialet finns samlat i en rapport på Elforsk.

Förutsättning för analyserna är att så stora flöden uppstår att vattenståndet i dammen stiger till en nivå som skall ge funktion för lucköppning i de olika delsystemen.

Metoden med felträd visar hur enkelfel och kombinationer av fel kan identifieras. Fel är händelse som leder till utebliven luckfunktion, trots att luckan beordrats att öppna antingen manuellt eller via automatik och som kan ge upphov till kritiska avbördningssituationer.

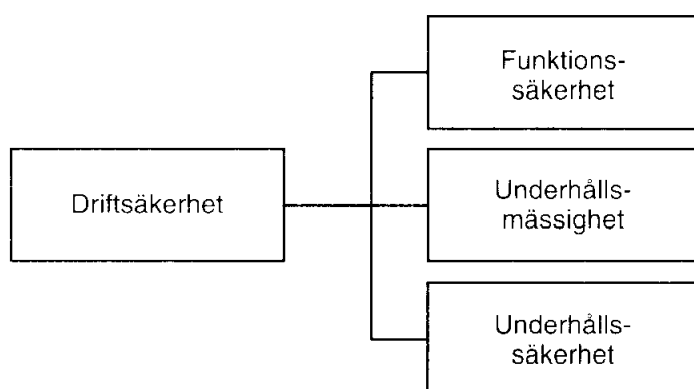
Samtliga felträd är på nivån enkelfel på huvudkomponenter och huvudsystem. Fel på sekundärsystem och utanförhängande händelser är inte fullföljda i denna rapport.

En grundlig funktionssäkerhetsstudie med avseende på de elektriska systemen till en anläggningsbunden segmentlucka har genomförts med hjälp av felträdsteknik. Denna studie redovisas i rapporten över de fullständiga felträdsanalyserna för att visa om - fattningen av en detaljerad felträdsanalys.

Felträden i denna rapport är av generell karaktär men bygger på de uppgifter som erhållits från enkäten i huvudrapporten och bör kunna användas som en mall för utförande av analyser på liknande lucksystem. Det är emellertid viktigt att då komplettera med uppgifter om driftserfarenheter från den aktuella luckan.

Det bör också påpekas att det är stor skillnad på komponentval för olika lucksystem och konstruktionerna från olika luckleverantörer.

Driftsäkerheten kan sägas vara sammansatt av tre egenskaper:



Funktionssäkerhet och underhållsmässighet är egenskaper hos det tekniska systemet. Underhållssäkerheten är däremot egenskaper hos den organisation och de resurser som skall underhålla det tekniska systemet.

Vi har försökt att bedöma driftsäkerheten för de olika lucktyperna genom att:

- Ge funktionssäkerheten den felintensitet som erhöles i enkäten.
- Ge underhållsmässigheten en reparationsfaktor R1, R3, R10 eller R24, som är ett mått på att reparationen sannolikt skall vara utförd inom 1, 3, 10 eller 24 timmar, vilket är samma avbrottstider som används vid dimensionering av likströmssystemen i stamnätstationerna.
- underhållssäkerheten får ett mått på väntetiden för åtgärd genom att ges en väntetidsfaktorer V1, V3, V10 eller V24, som har värderats på motsvarande sätt som reparationsfaktorerna ovan och framgår av nedanstående tabell.

Driftsäkerheten är också ett mått på avbördningssäkerheten och tillgängligheten för respektive lucksystem.

Driftsäkerheten kommer i dokumentet att värderas med nivåerna låg, god, hög och mycket hög.

Fel:	R1	R3	R10	R24
Drivgods (igensättning)	0,2	0,5	0,7	1,0
Fastfrysning	0,1	0,5	0,7	1,0
Fastkilning	0,0	0,3	0,6	0,8
Lager	0,0	0,2	0,5	0,7
Mekaniska lyftanordningar	0,0	0,1	0,7	0,9
Hydrauliska lyftanordningar	0,0	0,35	0,7	0,9
Bromsar	0,1	0,5	0,95	1,0
Hjälpkraft (lokalnät)	0,2	0,5	0,75	0,9
Dieselaggregat	0,2	0,8	0,9	0,95
Elmotorer	0,0	0,5	0,85	0,9
Kablage	0,0	0,5	0,8	1,0
Nivågivare	0,1	0,7	0,9	1,0
Gränsläge	0,1	0,7	0,9	1,0
Personal, organisation	V1	V3	V10	V24
Inställelsetid	0,5	0,8	0,95	1,0
Reservdelar	0,0	0,7	0,8	0,9
Transporter	0,0	0,5	0,7	0,85

Andra faktorer som måste beaktas är:

- Vattnets stigtider
- Kommunikation

Ur driftsäkerhetssynpunkt är det mycket viktigt att luckor och stationer är åtkomliga, detta gäller inte minst vid stora flöden, då personalinsatserna mångdubblas gentemot normala omständigheter.

För alla utskovsluckor bör finnas en loggbok där alla fel, incidenter, funktionskontroller och åtgärder finns noterade. Detta ger en samlad information om luckornas driftsäkerhet och ett bra underlag för den analys som görs då något verkligen har hänt.

2. Felträdsanalyser

Ett sätt att åskådliggöra ett systems säkerhetsmässiga struktur är att utnyttja felträdsteknik.

2.1. Målsättning

Målsättning är att på ett lättöverskådligt sätt illustrera samband mellan de system som krävs för olika typer av utskovsluckors funktion. Detta sker i form av felträd. Studien avser en lucka av varje lucktyp. Eventuell redundans (för utskovsfunktionen) i form av dubbla luckor beaktas inte.

2.2. Förutsättningar

Inga detaljstudier av utskovsluckornas funktion har genomförts. Felträden har utarbetats utifrån sammanställningar genomförda av systemkunnig personal.

2.3. Metodik

För att förbättra överskådligheten av felträden har förenklingar genomförts där så är möjligt. Hela händelsegrupper (sabotage och brand) har lyfts fram för att påvisa utskovsfunktionens känslighet för dessa grupper. Olika former av sabotage och brand, och de funktioner de slår emot, har ej närmare utretts. Utvärdering för att finna grupper av fel (s k Minimal Cut Sets, MCS) som leder till utebliven utskovsfunktion har genomförts.

2.4. Slutsatser

På grund av den ringa detaljeringsgraden vid systemmodelleringen kan endast övergripande slutsatser dras utifrån dessa utvärderingar. Möjlighet finns att genomföra grundligare funktionssäkerhetsstudier med hjälp av felträdsteknik. Detta kräver att systemkunnig personal i samarbete med tillförlitlighetsingenjör genomför en systematisk genomgång av anläggningen. En sådan analys har genomförts för utskovsfunktionen vid Yngeredsfors kraftverk, se bilaga. Resultatet av denna typ av analys blir bl a en identifiering av enskilda fel som ensamma slår ut funktionen för systemet. Dessa enkelfel kan ibland uteslutas med enkla metoder, med en avsevärd säkerhetshöjning som följd.

Felträden är till omfånget så många att vi valt att lägga dem sist i bilagan och endast ge en fullständig redovisning av felträden 3.1 och 3.6. En fullständig rapport finns att tillgå på Elforsk resp Sydkraft Konsult.

3. Driftsäkerhetsbedömning av:

3.1. Spettluckor utan nivåövervakning av vattenytor i DC

Luckor av denna typ bör endast vara installerade där normalt måttliga flöden och långa stigtider förekommer.

Sannolikheten för att luckorna inte kan öppnas är låg med tanke på den enkla konstruktionen men incidenter kan inträffa vid:

- Extrema flöden
- Korta stigtider
- Dåliga tillfartsvägar
- Bristande underhåll

Extrema flöden är svåra att hantera och det är därför viktigt att det finns ordentliga avtal och klara instruktioner för hur drifttillsynen skall ske vid olika flödessituationer, såsom t ex varierande besöksfrekvenser beroende på vattenflöden, beredskap och rapportering till driftcentralen (DC). Det är också helt nödvändigt att tillfartsvägar är i sådant skick att det är möjligt att komma fram till luckorna med personal och materiel. Detta gäller inte minst luckor som inte är i direkt anslutning till stationer eller annan bebyggelse.

Underhåll av gåtar och luckor bör bedrivas i sådan omfattning att materielen inte utgör hinder för lucköppning även vid extrema situationer.

Sabotage och klåfingrighet bör försvåras genom att spett och annan nödvändig materiel inte är åtkomliga för obehöriga. Vidare bör anslag finnas som upplyser om vad obehöriga åtgärder kan få för konsekvenser för den som utför handlingen.

Driftsäkerheten för denna typ av luckor är **hög**.

3.2. Spettluckor med nivåövervakning av vattenytor i DC

Genom nivåövervakning i DC har driftledningen bättre grepp om vattensituationen vid luckorna och i vattendraget och kan därmed leda tillsyns- och underhållspersonal på ett bättre sätt.

Förutom vad som sagts under punkt 3.1 är det ytterst viktigt att nivågivare och kommunikationer fungerar på avsett sätt. Utebliven funktion kan bero på:

- Komponentval
- Kablage
- Kommunikation

Justering av givare, till i dom fastställd nivå, är en förutsättning för rätt värde till DC. Skyddande av elektronik mot överspänningar, t ex åska, är mycket viktigt.

Fel information till driftledningen kan leda till helt felaktiga åtgärder.

Driftsäkerheten för denna typ av luckor är **hög**.

3.3. Maskinluckor med lokal manöver vid dammen och nivåöverföring till DC

Luckor av denna typ har i regel större avbördningskapacitet än tidigare beskrivna. Tillgänglighet och vädersituationen är viktiga faktorer att ta hänsyn till då manöver skall ske vid stora flöden. Risken för felfunktion är större då såväl luckkonstruktion som manöversystem är mera komplexa och beroende av hjälpkraftsystem.

Spelmaskineri inkl manöverutrustning och gränsläge bör skyddas mot väder och vind och otillåten manöver.

Instruktioner för hur luckor skall manövreras bör finnas vid den lokala manöverplatsen så att i en krissituation även personal utan lokalkännedom kan utföra manöver.

Mekanisk utrustning bör regelbundet besiktigas, funktionkontrolleras och eventuellt smörjas. Elektrisk utrustning inkl värme bör årligen funktionkontrolleras. Detta fordrar planerade och kvalificerade underhållsinsatser.

Komponenter och händelser som är viktiga för att undvika felfunktion är:

- Luckans mekaniska delar
- Spelmaskineri inkl motorer
- Hjälpkraftsystem
- Gränslägen
- kablage
- tillfartsvägar
- instruktioner

Situationer som kan vara riskfaktorer:

- Överrinning
- Korta stigtider
- Väglag
- Is
- Sabotage

Driftsäkerheten för luckor med denna typ av utrustning är generellt **hög**, men kan variera beroende på fabrikat.

3.4. Maskinluckor med fjärrkontroll

Förutom vad som tidigare sagts om maskinluckor så är de fjärrkontrollerade luckorna beroende av väl fungerande kommunikationslänkar.

Fjärrkontrollen har tillkommit för att driftledningen skall ha bättre kontroll av luckorna samt för rationalisering av drifttillsyns- och underhållsverksamheten. Det är alltså nödvändigt att fjärrkontrollutrustningen fungerar på ett säkert sätt så att driftledningen får rätt information så att den kan övervaka, manövrera och beordra jour- och beredskapspersonal på bästa sätt.

Jour och beredskap måste vara väl organiserad.

Från alla fjärrkontrollerade anläggningar bör signal för brand överföras till DC.

För alla maskindrivna luckor med fjärrkontroll och automatiker är det viktigt med redundans av hjälpkraftmatningen. Finns endast en lucka, kan det vara lokalnät och dieselmotorkraft. Då flera utskov finns kan det vara lämpligt med både växelströms- och likströmsdrivna luckor.

Ytterligare komponenter och händelser som är viktiga för att undvika felfunktion är:

- Fjärrkontrollutrustning
- Kommunikationutrustning
- Branddetektering

Driftsäkerheten för luckor med denna typ av utrustning är **hög**.

3.5. Maskinlucka med lokal automatik för övy och lucköppning vid frånslag av aggregat samt fjärrindikering i DC.

Luckor med denna utrustning skall sköta utskovsfunktionen lokalt, utan medverkan av DC, som dock har en övervakande funktion.

Samma krav på mekanisk och elektrisk utrustning gäller som för övriga maskinluckor.

Systemutformningen för de lokala automatikerna måste vara sådan att de inte blockerar varandra i de lägen där båda bör fungera.

Givare och pegelbrunnar inkl värme är av vital betydelse för luckor med denna typ av utrustning. Givarna bör ha separata utgångar för automatiker respektive fjärr.

Relä- och elektronikutrustningar bör funktionskontrolleras med jämna intervaller och detta fordrar en planerad provarverksamhet med genomtänkta provningsrutiner.

Driftsäkerheten för luckor med denna typ av utrustning är **hög**.

3.6. Maskinluckor utrustade med:

- **2 Oberoende pegelbrunnar**
- **2 Skilda drivsystem**
- **Separerade kabelvägar**
- **Fullständig fjärrkontroll**
- **Katastrofskydd**
- **Lokala automatiker**

Luckor med allra högsta krav på säker funktion bör normalt vara utrustade på detta sätt.

Det är därför viktigt att säkerhetstänkandet drivs fullt ut så att det verkligen finns redundans för givarfunktioner, fungerande pegelbrunnar, drivsystem, hjälpkraft och fjärrkontroll-automatiker.

Separerade kabelvägar på sådant sätt att brand eller annan åverkan inte på något avsnitt kan slå ut luckfunktionen.

Katastrofskyddet bör ha egen givare och hjälpkraft så att det verkligen är ett katastrofskydd och inte en utbyggd automatikfunktion.

Komponentval och systemlayouter är speciellt viktiga. Reservdelar måste finnas att snabbt tillgå.

Driftsäkerheten för luckor med denna typ av utrustning är mycket **hög**.

Spettlucka

- utan nivåövervakning

Project: UTSKOV		Page: 1SPETT-UN0	
Felträd för olika typer av utskovsluckor	Sign.: HGR Date : 30/01/95 Time : 13:40	Spettlucka utan nivåövervakning	Sign.: HGR Date : 06/02/95 Time : 19:20
Risk Spectrum P S A Version 2.10 (C) Copyright RELCON AB, 1990-1995			31/08/95 12:38

Utebliven luckfunktion

@1SPETT-UN000

OR

Utebliven funktion lucka

UFMEKFEL1

T UFLUCKA1

Utebliven personell insats

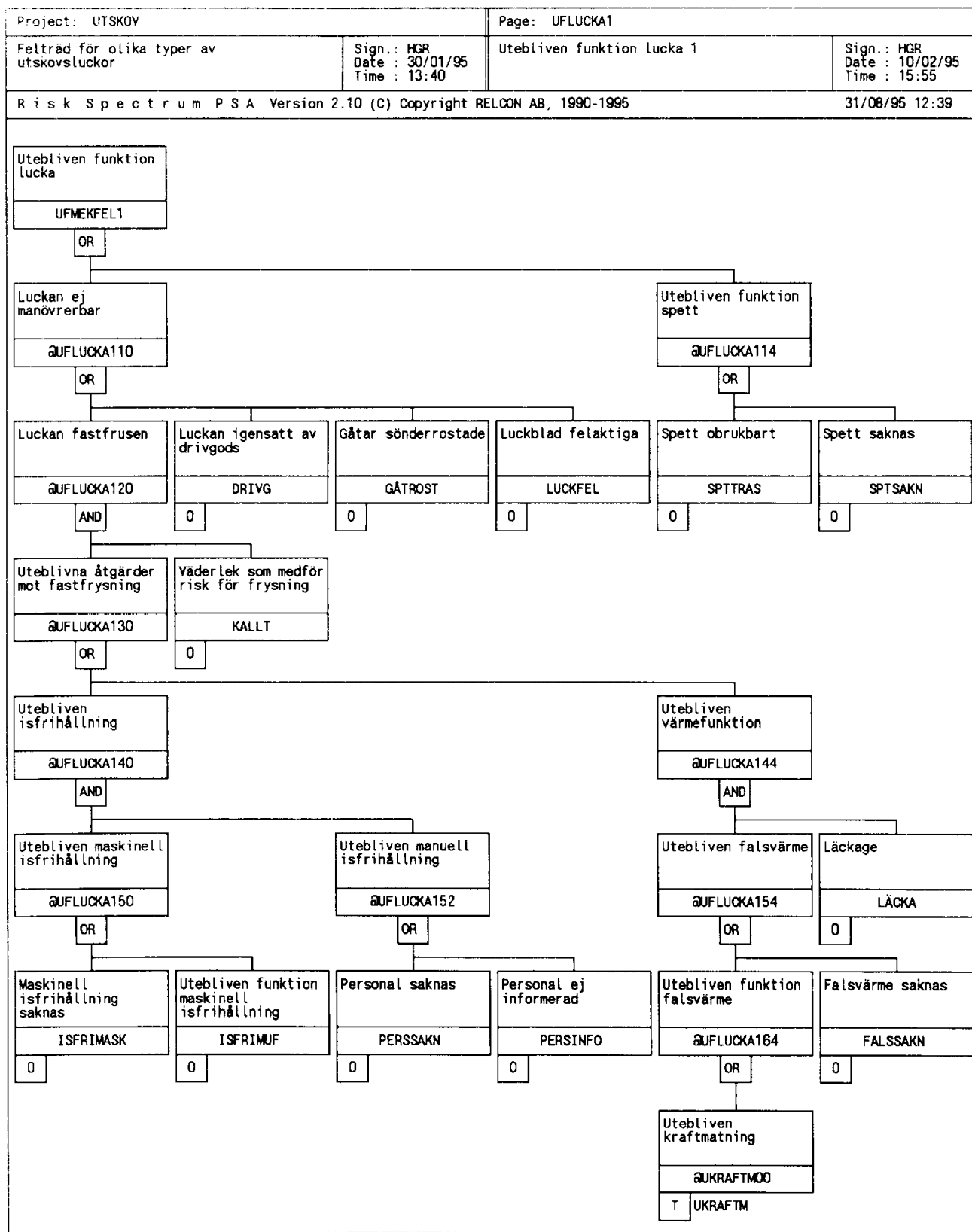
UFPERSFEL1

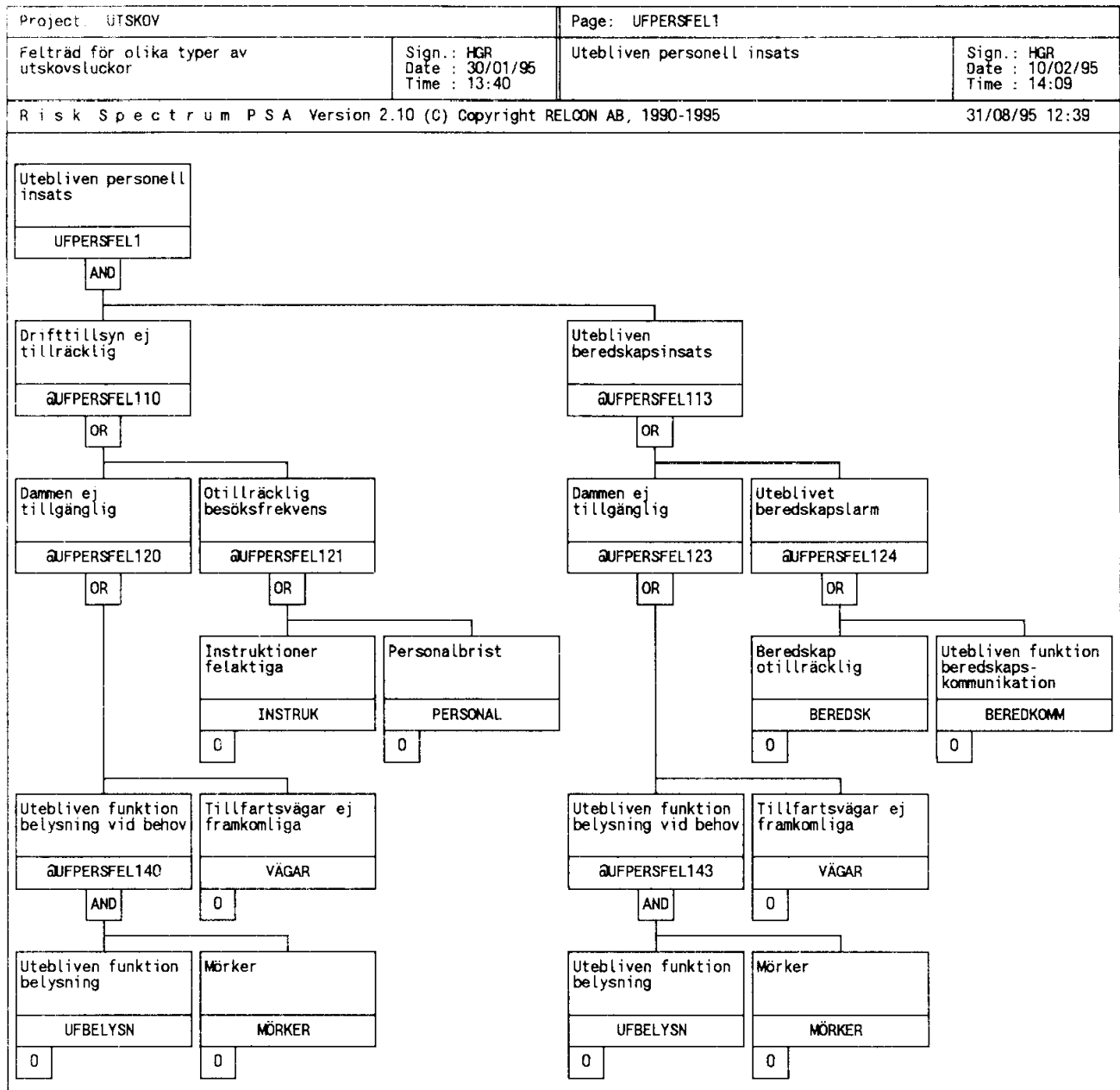
T UFPERSFEL1

Utebliven funktion pga sabotage

SABOTAGE

0





Risk Spectrum MCS-386 Version 2.02

Projekt : UTSKOV Felträd för olika typer av utskovsluckor
 Topphändelse: 1SPETT-UNÖ Spettlucka utan nivåövervakning

Inga numeriska beräkningar (cutoff på cutset-ordning)

Nr	MCS ordning	Händelser i minimala snitt
----	-------------	----------------------------

1	1	SABOTAGE	Utebliven funktion pga sabotage
2	1	SPTRAS	Spett obrukbart
3	1	VÄGAR	Tillfartsvägar ej framkomliga
4	1	SPTSAKN	Spett saknas
5	1	DRIVG	Luckan igensatt av drivgoods
6	1	GÅTROST	Gåtar sönderrostade
7	1	LUCKFEL	Luckblad felaktiga
8	2	INSTRUK BEREDSK	Instruktioner felaktiga Beredskap otillräcklig
9	2	BEREDKOMM INSTRUK	Utebliven funktion beredskaps- kommunikation Instruktioner felaktiga
10	2	PERSONAL BEREDKOMM	Personalbrist Utebliven funktion beredskaps- kommunikation
11	2	MÖRKER UFBELYSN	Mörker Utebliven funktion belysning
12	2	BEREDSK PERSONAL	Beredskap otillräcklig Personalbrist

Maskinlucka

- fjärrmanöver
- lokal automatik
- manöver vid damm
- nivåövervakning till DC
- två oberoende pegelbrunnar
- separerade kabelvägar

Project: UTSKOV

Page: 9MASK-AM-FM-FI

Sign.: HGR
Date: 30/01/95
Time: 13:40

Maskinlucka, lokal automatik,
fjärrindikering i DC

Sign.: HGR
Date: 08/02/95
Time: 08:33

Risk Spectrum PSA Version 2.10 (C) Copyright RELCON AB, 1990-1995

31/08/95 12:38

```
graph BT
    Top[Utebliven luckfunktion  
9MASK-AM-FM-FI00] --- AND1[AND]
    AND1 --- Path1[Utebliven automatiskt styrd funktion  
9MASK-AM-FM-FI10]
    AND1 --- Path2[Utebliven fjärrstyrd funktion  
9MASK-AM-FM-FI11]
    AND1 --- Path3[Utebliven lokalt styrd funktion  
9MASK-AM-FM-FI12]

    Path1 --- OR1[OR]
    OR1 --- E1[Utebliven funktion automatiskt system  
9MASK-AM-FM-FI70]
    OR1 --- E2[Utebliven funktion lucka  
9MASK-AM-FM-FI71]
    OR1 --- E3[Utebliven funktion pga sabotage  
SABOTAGE]
    OR1 --- E4[Utebliven funktion pga brand  
BRAND]

    E2 --- OR2[OR]
    OR2 --- E2a[Luckan ej manövrerbar  
9EJMANÖVER900  
T EJMANÖVER9]
    OR2 --- E2b[Utebliven funktion lyftanordning (automat/fjärrstyr)  
9UFLYFT9-100  
T UFLYFT9-1]

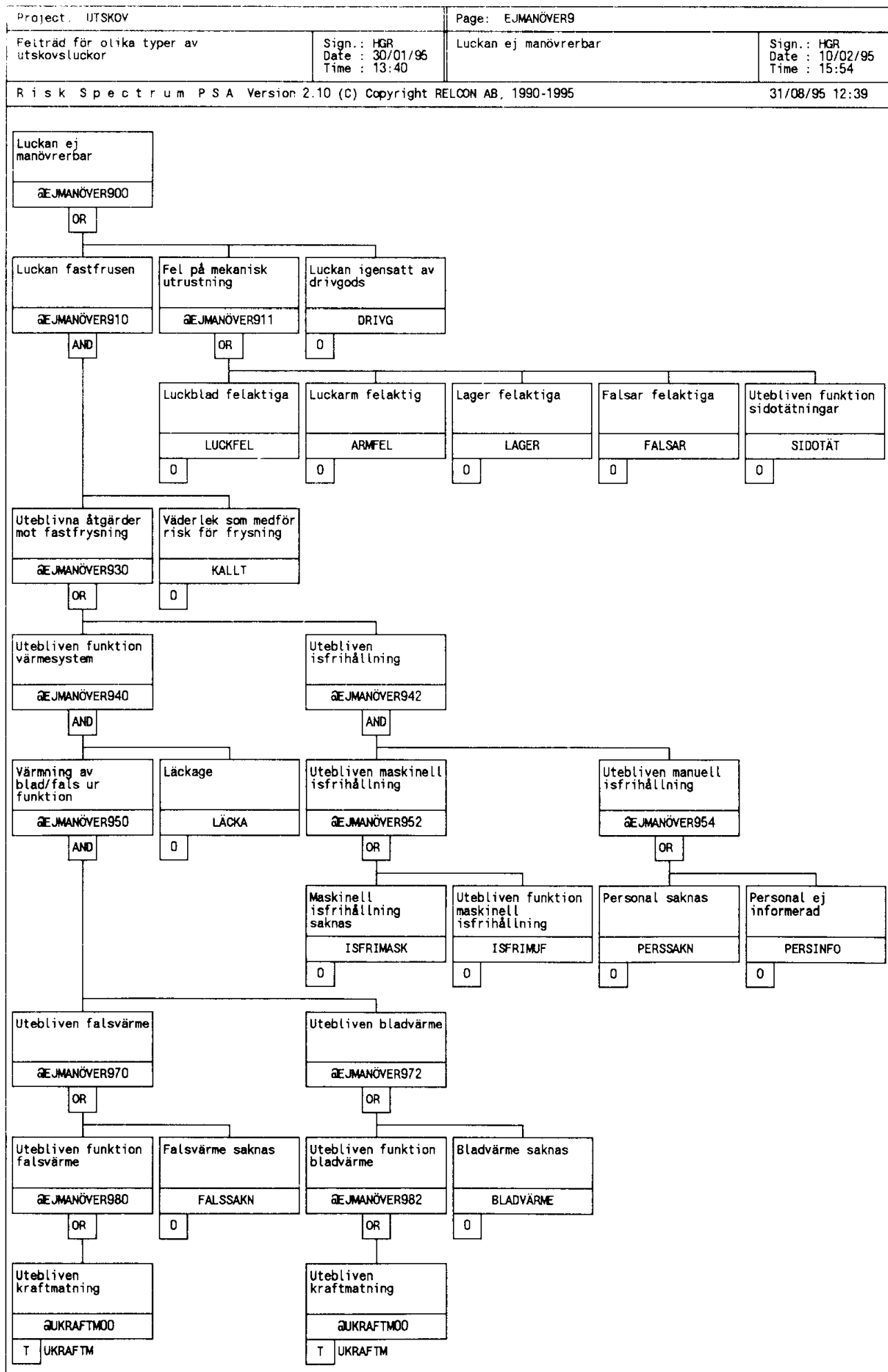
    E3 --- OR3[OR]
    OR3 --- E3a[Luckan ej manövrerbar  
9EJMANÖVER900  
T EJMANÖVER9]
    OR3 --- E3b[Utebliven funktion lyftanordning (automat/fjärrstyr)  
9UFLYFT9-100  
T UFLYFT9-1]

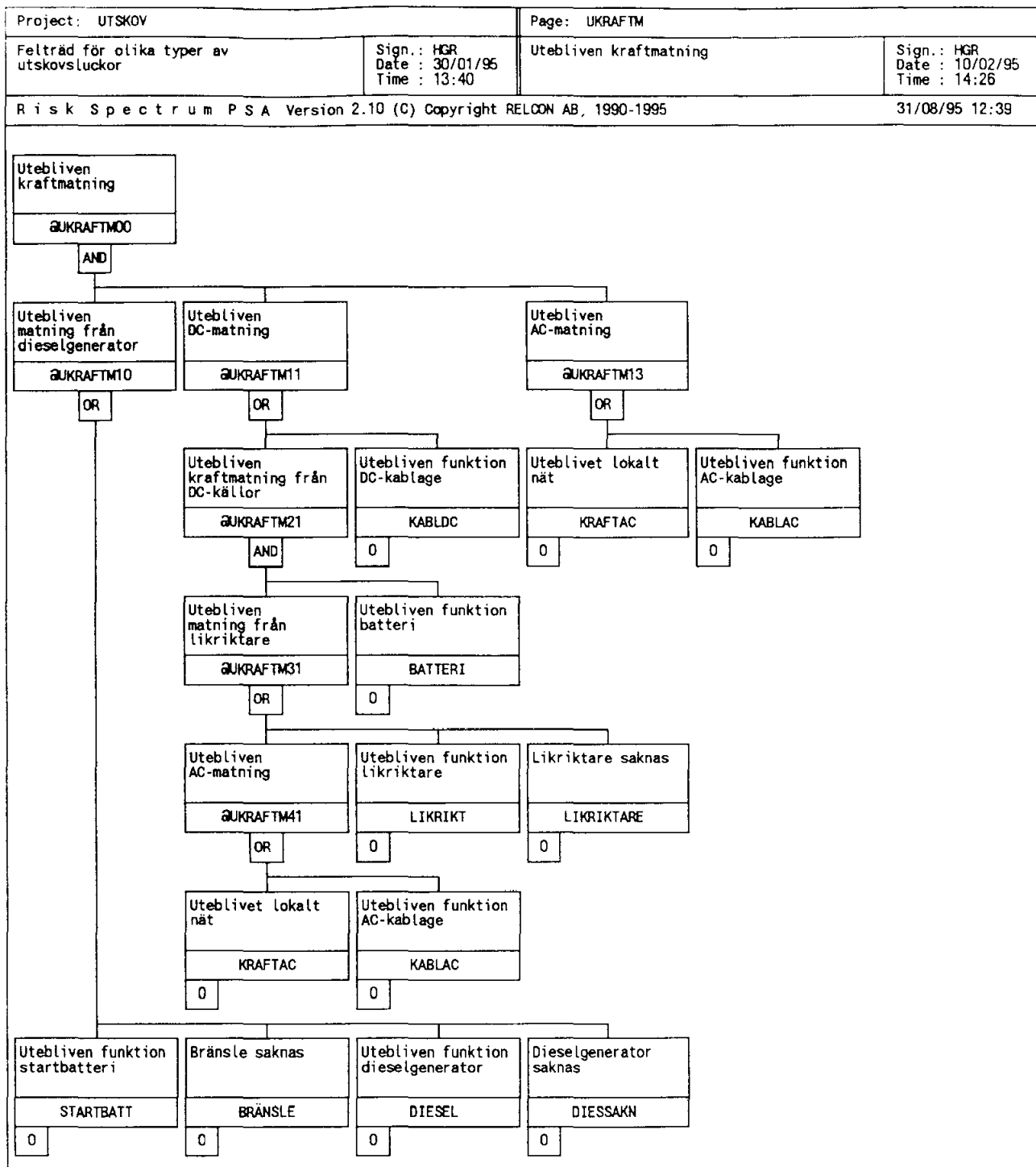
    E4 --- OR4[OR]
    OR4 --- E4a[Fel i kommunikation mellan DC och manöversystem  
KOMMUNIK  
0]
    OR4 --- E4b[Fel i utrustning för fjärrmanövrering  
FJÄRRUTRUS  
0]

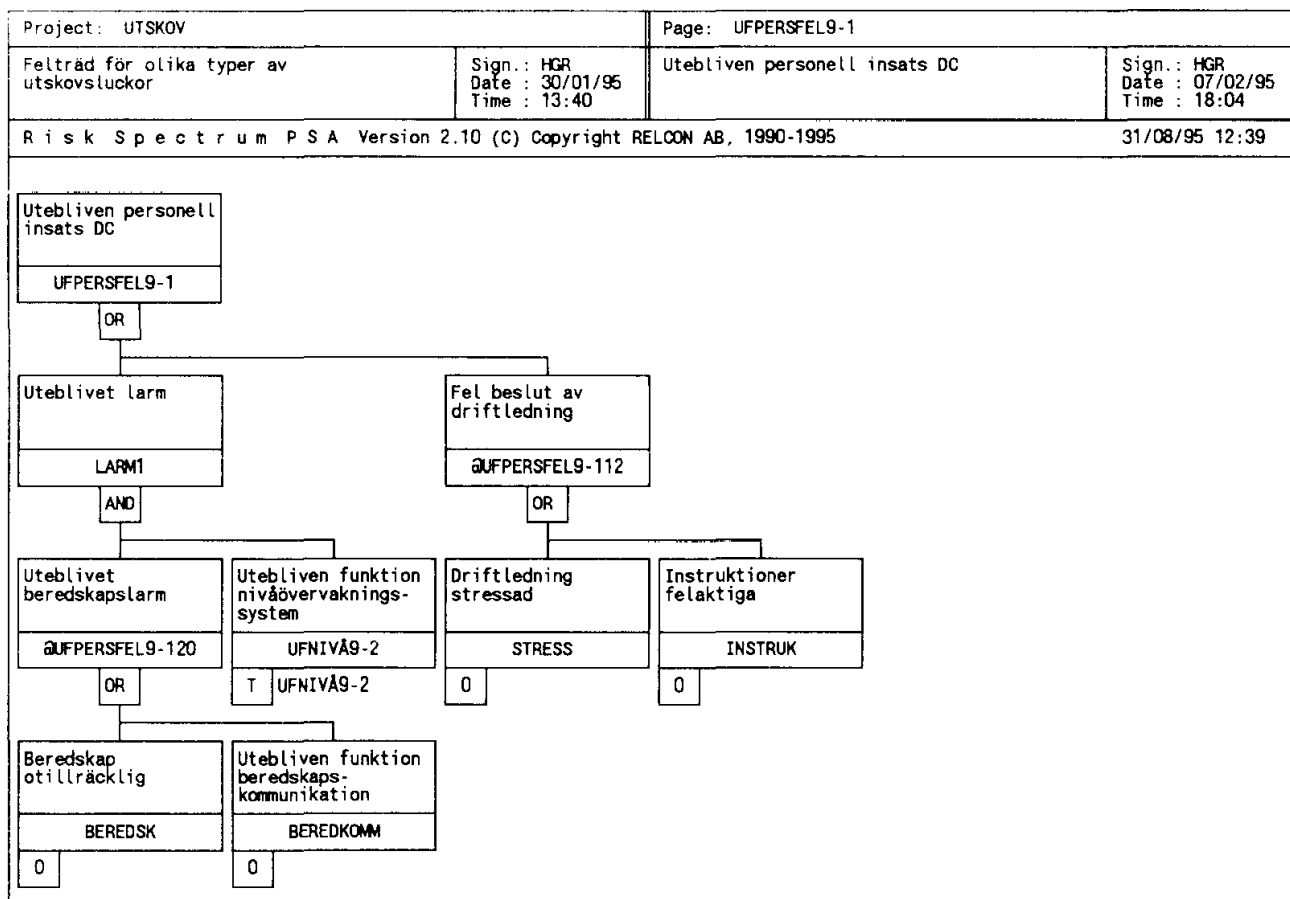
    Path2 --- OR5[OR]
    OR5 --- E5[Utebliven funktion signalöverf. mellan DC och station  
9MASK-AM-FM-FI41]
    OR5 --- E6[Utebliven funktion lucka  
9MASK-AM-FM-FI42]
    OR5 --- E7[Utebliven personell insats DC  
UFPERSFEL9-1  
T UFPERSFEL9-1]
    OR5 --- E8[Utebliven funktion pga sabotage  
SABOTAGE]
    OR5 --- E9[Utebliven funktion pga brand  
BRAND]

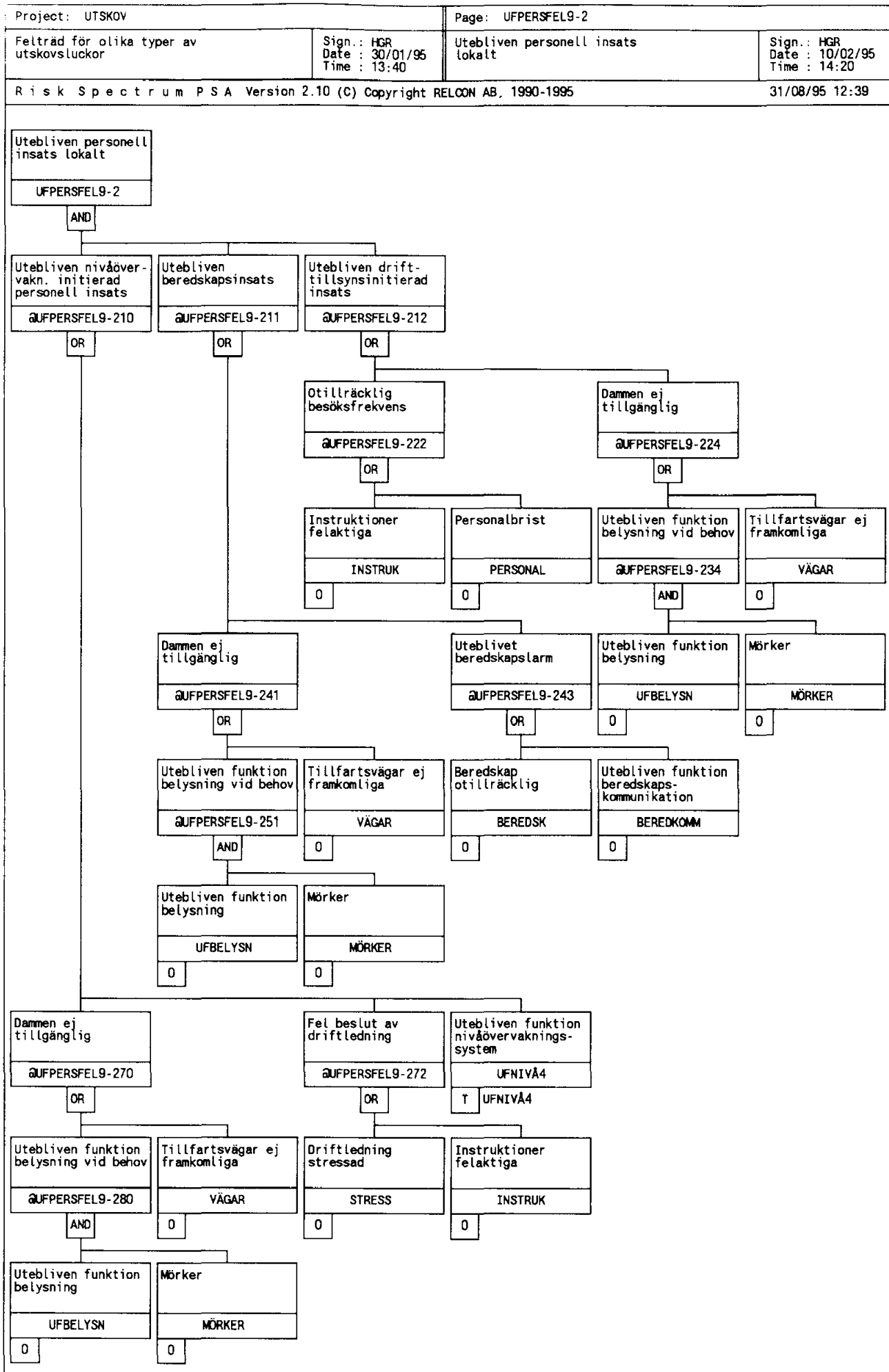
    E6 --- OR6[OR]
    OR6 --- E6a[Luckan ej manövrerbar  
9EJMANÖVER900  
T EJMANÖVER9]
    OR6 --- E6b[Utebliven funktion lyftanordning (automat/fjärrstyr)  
9UFLYFT9-100  
T UFLYFT9-1]

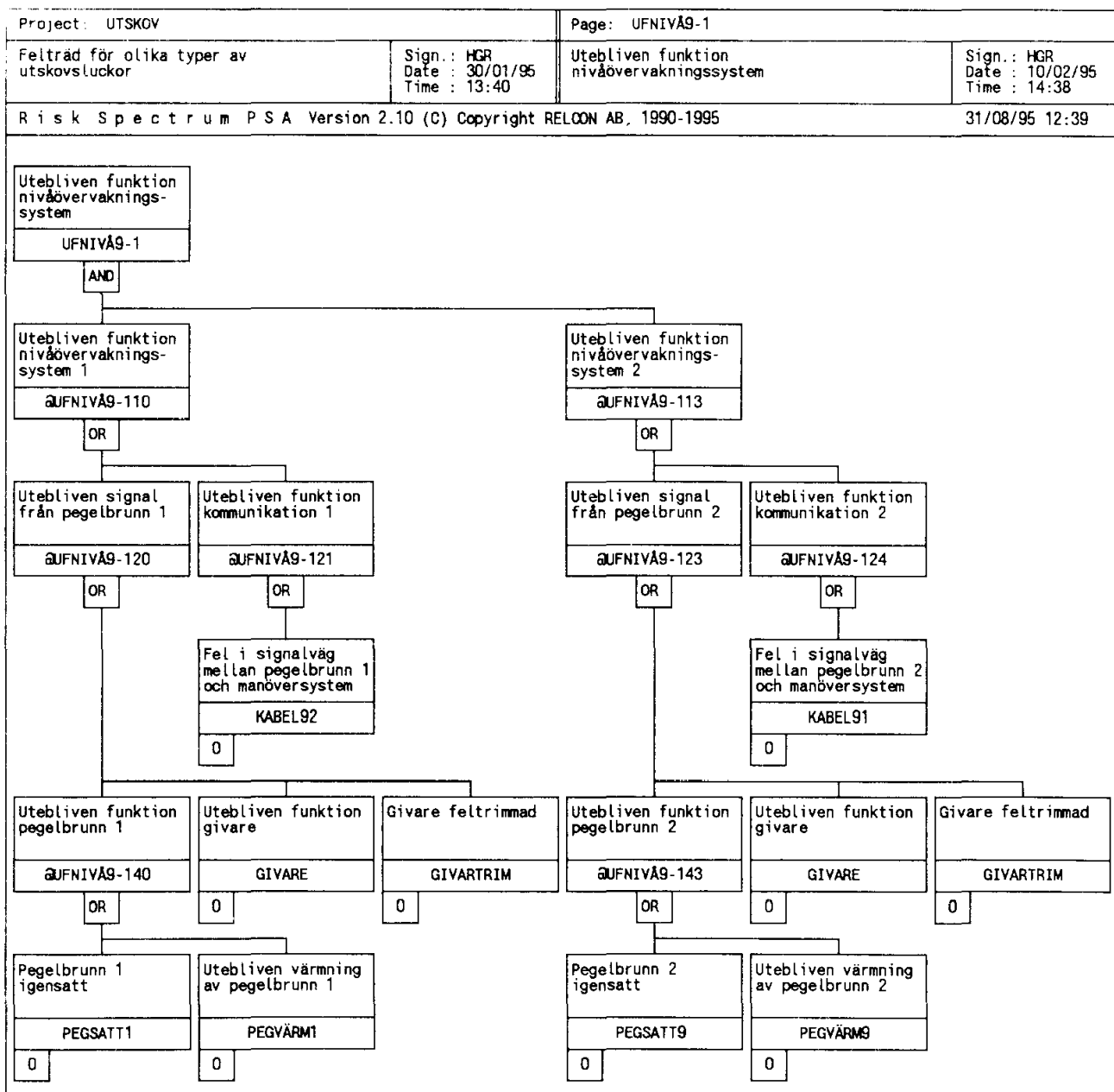
    Path3 --- OR7[OR]
    OR7 --- E10[Utebliven funktion lucka  
9MASK-AM-FM-FI22]
    OR7 --- E11[Utebliven personell insats lokalt  
UFPERSFEL9-2  
T UFPERSFEL9-2]
    OR7 --- E12[Utebliven funktion pga sabotage  
SABOTAGE]
    OR7 --- E13[Utebliven funktion pga brand  
BRAND]
```

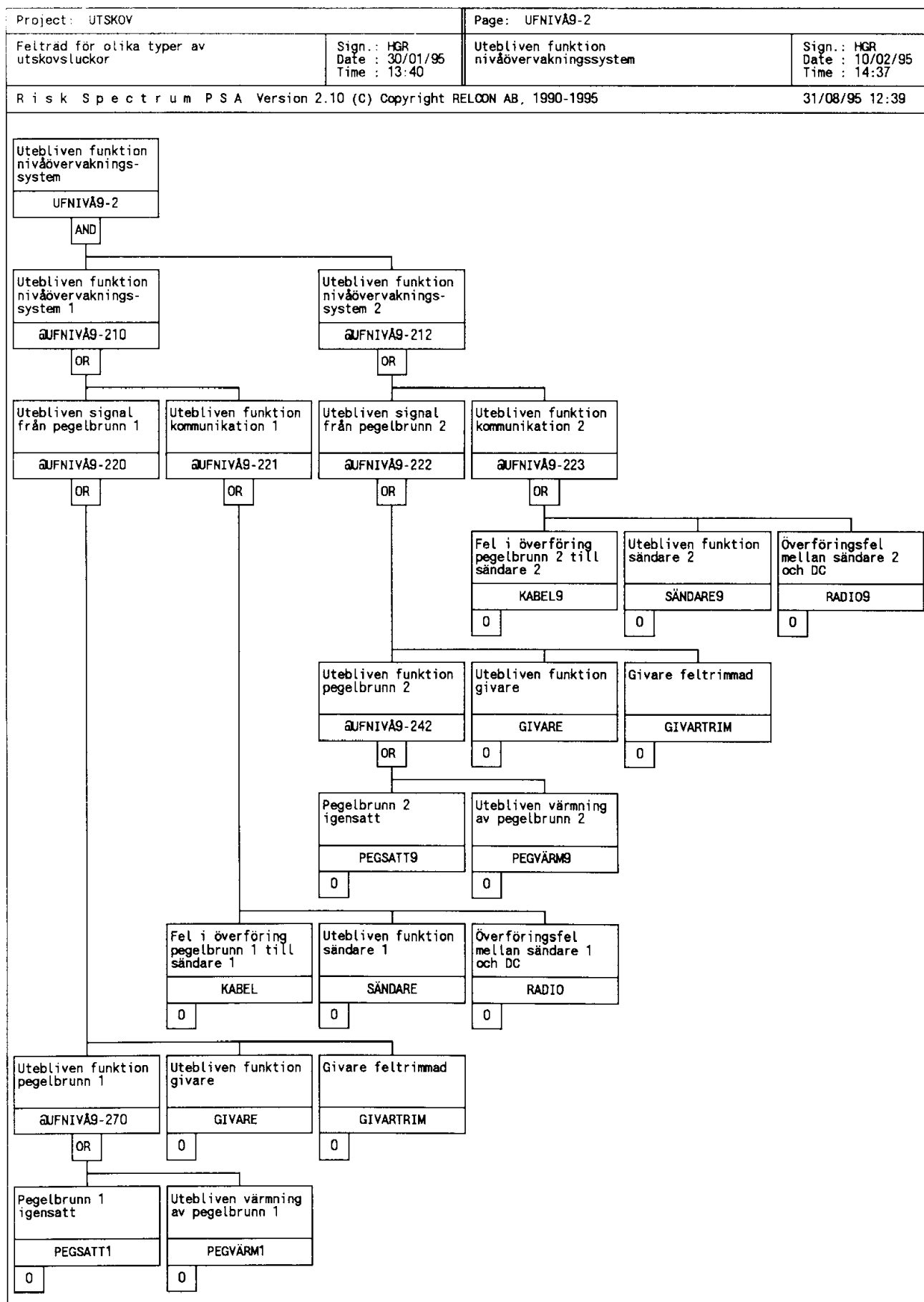



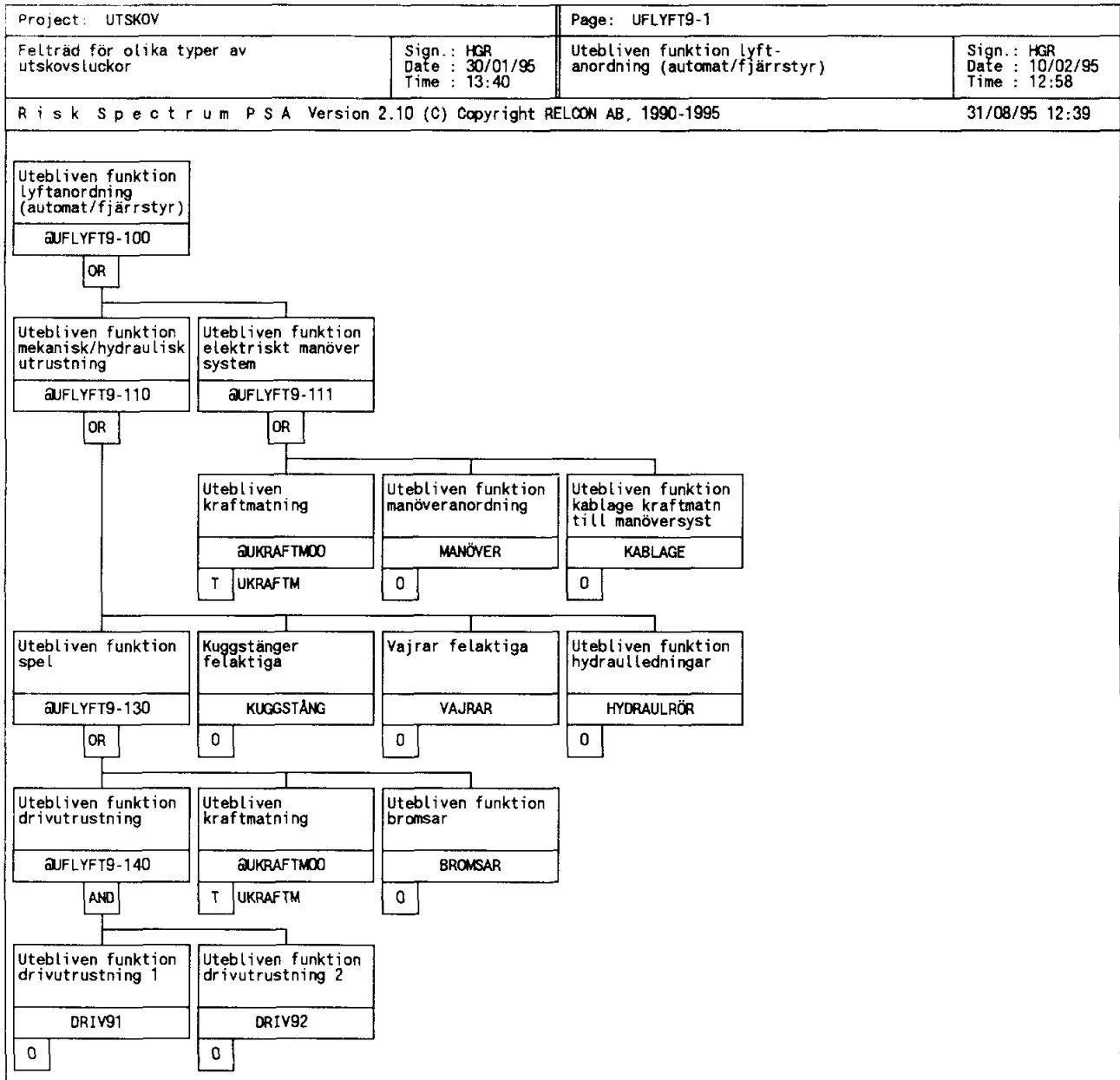


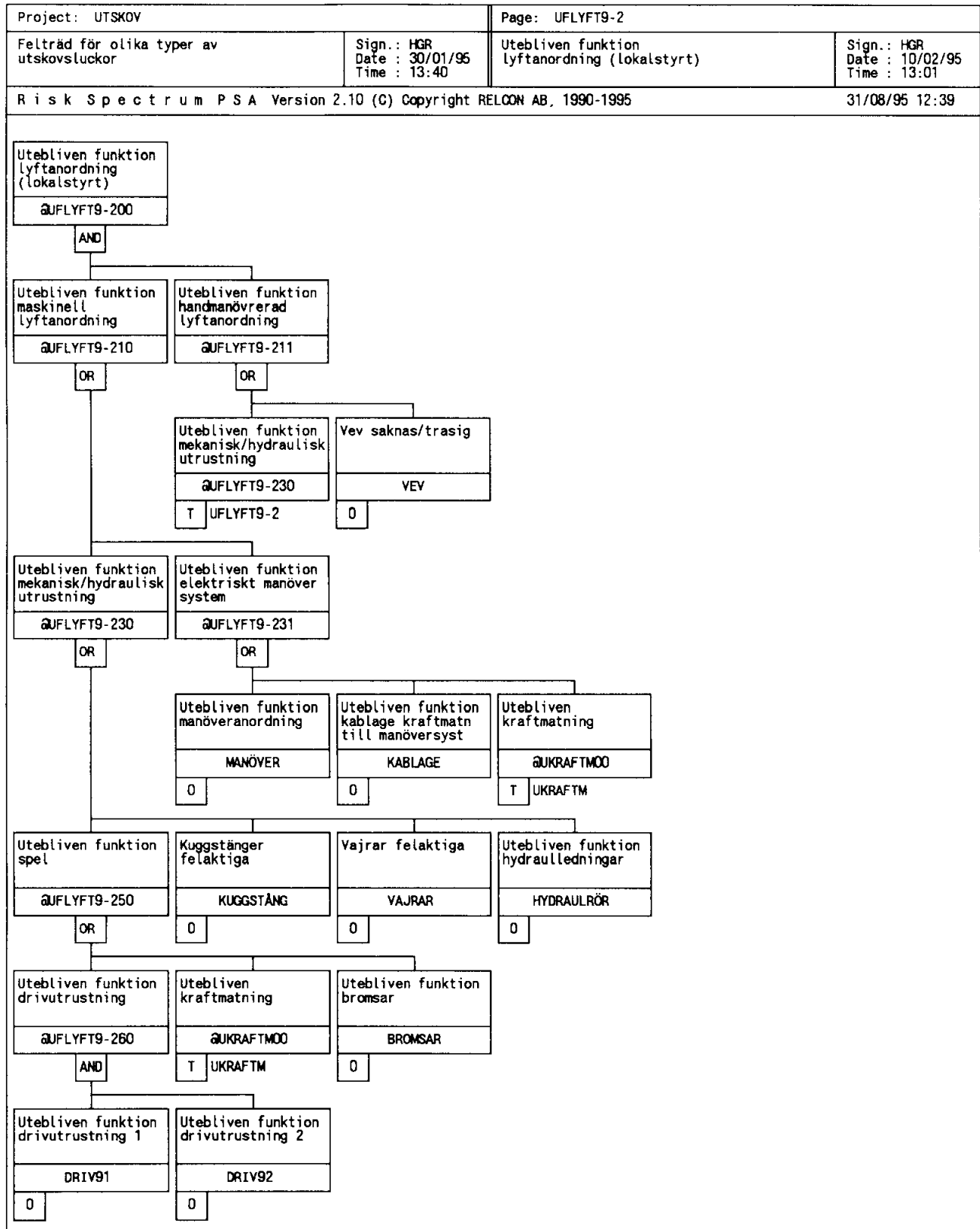












Risk Spectrum MCS-386 Version 2.02

Projekt : UTSKOV Felträd för olika typer av utskovsluckor
 Yopphändelse: 9MASK-AM-FM-FI Maskinlucka, lokal automatik, fjärr- indikering i DC

Inga numeriska beräkningar (cutoff på cutset-ordning)

Nr MCS ordning Händelser i minimala snitt

1	1	DRIVG	Luckan igensatt av drivgods
2	1	FALSAR	Falsar felaktiga
3	1	SABOTAGE	Utebliven funktion pga sabotage
4	1	HYDRAULRÖR	Utebliven funktion hydraulledningar
5	1	BRAND	Utebliven funktion pga brand
6	1	LUCKFEL	Luckblad felaktiga
7	1	SIDOTÄT	Utebliven funktion sidotätningar
8	1	ARMFEL	Luckarm felaktig
9	1	VAJRAR	Vajrar felaktiga
10	1	LAGER	Lager felaktiga
11	1	KUGGSTÅNG	Kuggstänger felaktiga
12	1	BROMSAR	Utebliven funktion bromsar
13	2	MANÖVER VÄGAR	Utebliven funktion manöveranordning Tillfartsvägar ej framkomliga
14	2	VEV KABLAGE	Vev saknas/trasig Utebliven funktion kablage kraftmatn till manöversyst
15	2	MANÖVER VEV	Utebliven funktion manöveranordning Vev saknas/trasig
16	2	VÄGAR KABLAGE	Tillfartsvägar ej framkomliga Utebliven funktion kablage kraftmatn till manöversyst
17	2	DRIV92 DRIV91	Utebliven funktion drivutrustning 2 Utebliven funktion drivutrustning 1

Sven Westin, HTI
Malte Cederström, HTD

Vällingby den 11 augusti 1995

UPS-SYSTEM SOM ALTERNATIV TILL LIKSTRÖMSSYSTEM FÖR UTSKOVSLUCKOR

1. Allmänt

I vissa fall bör två oberoende system för kraftmatning till utskovsluckor finnas. En lösning är att ha växelströmssystem för vissa luckor och likströmssystem för övriga. I dag finns ett antal stationer där utskovsluckorna endast har växelspänningsmatning. Att utföra en anpassning av motor- och manöversystemet för likströmsdrift är en stor kostnad. Det ger också en ökad kostnad för drift och underhåll. Det finns därför skäl till att söka andra möjligheter att klara den eftersträlvade säkerhetsnivån.

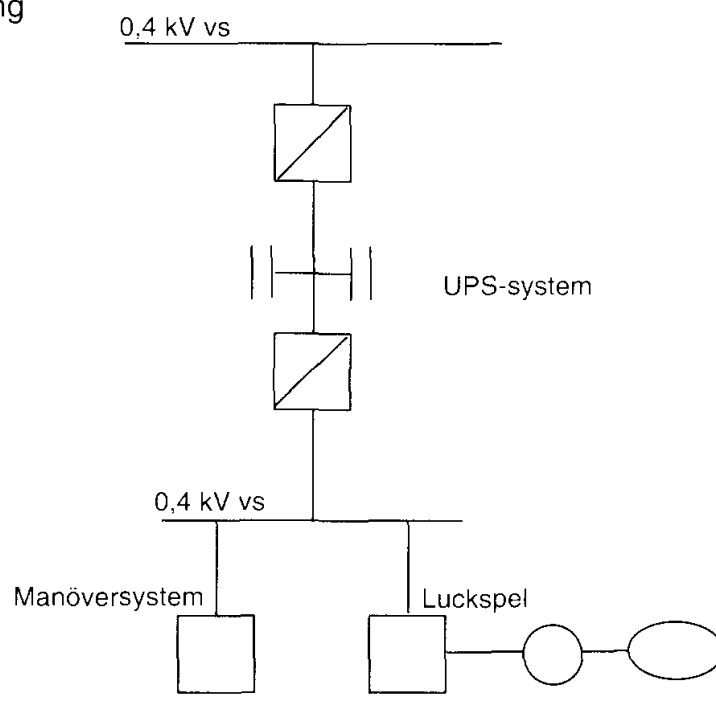
2. UPS-systemet

2.1. Uppbyggnad

För att säkerställa funktionssäkerheten hos den utrustning som ombesörjer hissning av luckan skall all utrustning placeras vid utskovet. Övervaknings- och manöversystemet har förbindelse med stationens kontrollutrustning, lämpligen via optokabel.

Kraftmatningen till luckmotor inkl. alla hjälpsystem samt övervaknings- och manöversystem matas med växelspanning från en UPS-anläggning, vilken är placerad i samma byggnad som ombesörjer hissning/firning av luckan.

2.2. Kraftmatning



2.3. Säkerhetsdiskussion

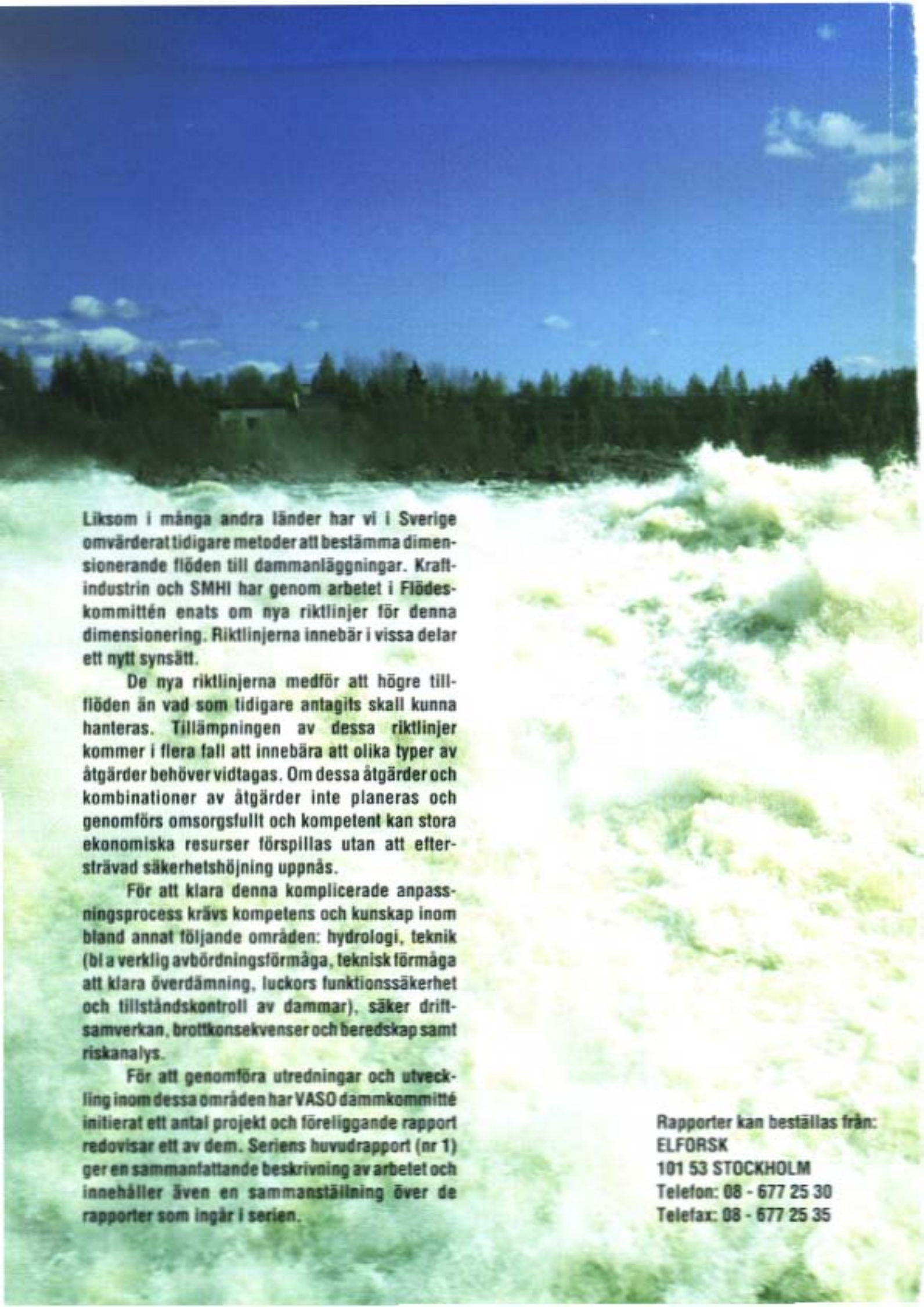
Utskovsluckorna fungerar som en av de större jordplatarna i våra vattenkraftstationer. Genom att placera ett separat kraftmatningssystem inkl. kontrollanläggning så nära huvudprocessen har riskerna för stora störspänningar, vilka kan uppkomma i samband med åskväder och jordfel på högspänningsledningar, begränsats. Överspänningar från egen utrustning, kontaktorer och kraftfulla reläer kan elimineras genom lämpliga åtgärder vid resp. störande apparat.

UPS-systemet är alltid i funktion och förser den avbrottsfria växelströmsskenan med kraft. Vid fel som slår ut UPS sker omkoppling till nätet och den avbrottsfria skenan matas direkt från inkommande växelströmsmatningen. Denna matning skall alltid vara galvaniskt skild från nätet. UPS-systemet har genom denna omkoppling högre säkerhet än ett system uppbyggt enbart med likström.

UPS-systemet är självövervakande, dvs om ett fel uppkommer erhålls larm omgående.

Likströmsmotorer kräver regelbunden tillsyn för god driftsäkerhet. Normalt brukar fältlindningen på motorn vara spänningssatt för att den skall vara varm och därmed förhindra att kondens bildas.

Växelströmsmotorer har högre driftsäkerhet än likströmsmotorer och kostnaden är väsentligt lägre. För in- och urkoppling av likströmsmotorer med stor effekt måste speciella lösningar tillgripas.



Liksom i många andra länder har vi i Sverige omvärderat tidigare metoder att bestämma dimensionerande flöden till dammanläggningar. Kraftindustrin och SMHI har genom arbetet i Flödeskommittén enats om nya riktlinjer för denna dimensionering. Riktlinjerna innebär i vissa delar ett nytt synsätt.

De nya riktlinjerna medför att högre tillflöden än vad som tidigare antagits skall kunna hanteras. Tillämpningen av dessa riktlinjer kommer i flera fall att innebära att olika typer av åtgärder behöver vidtagas. Om dessa åtgärder och kombinationer av åtgärder inte planeras och genomförs omsorgsfullt och kompetent kan stora ekonomiska resurser förspillas utan att eftersträvd säkerhetshöjning uppnås.

För att klara denna komplicerade anpassningsprocess krävs kompetens och kunskap inom bland annat följande områden: hydrologi, teknik (bl a verklig avbördningsförmåga, teknisk förmåga att klara överdämning, luckors funktionssäkerhet och tillståndskontroll av dammar), säker driftsamverkan, brottkonsekvenser och beredskap samt riskanalys.

För att genomföra utredningar och utveckling inom dessa områden har VASO dammkommitté initierat ett antal projekt och föreliggande rapport redovisar ett av dem. Seriens huvudrapport (nr 1) ger en sammanfattande beskrivning av arbetet och innehåller även en sammanställning över de rapporter som ingår i serien.

Rapporter kan beställas från:
ELFORSK
101 53 STOCKHOLM
Telefon: 08 - 677 25 30
Telefax: 08 - 677 25 35