

ELFORSK



DAMMSÄKERHET

**Avbördrningssäkerhet
Gränslägen**

Rapport 04:16

DAMMSÄKERHET

**Avbördrningssäkerhet
Gränslägen**

Elforsk rapport 04:16

Förord

Kraftindustrin arbetar fortlöpande med förbättringar beträffande dammsäkerheten. Genom Flödeskommitténs riktlinjer, som tillkom på kraftindustrins initiativ, ställs krav på att dammarna skall klara tillrinningar, som beräknas på ett nytt sätt (och i många fall blir betydligt högre än vad man tidigare dimensionerat för). Därefter har ett omfattande arbete genomförts med att för varje älv dimensionera dess dammar och utskov att klara de nya förutsättningarna. Åtgärder kan vara dämpning av flödet i större magasin, ökad avbördningsförmåga hos utskoven eller en kombination härav. Arbetet med den älvvisa dimensioneringen är i huvudsak genomfört och arbetet med den fysiska anpassningen har påbörjats.

Flödeskommitténs krav avser situationen vid mycket höga flöden och gäller inte bara att utskoven skall ha den avsedda avbördningsförmågan, utan även att luckorna med full säkerhet skall kunna öppnas när behov finns. För många anläggningar är kravet på utskovens driftsäkerhet vid frånslag i kraftstationen minst lika viktiga från dammsäkerhetssynpunkt. Det är således av fundamental betydelse för dammsäkerheten att utskovsluckorna verkligen kan öppnas när behov finns (det vill säga att de har tillräckligt hög driftsäkerhet), att den erforderliga avbördningskapaciteten verkligen finns och att avbördningsystemet tål även ett långvarigt spill.

Inom Elforsk drivs ett antal FoU-projekt under den gemensamma rubriken avbördnings säkerhet, som innefattar ett flertal projekt inom el, mek och vattenväg.

Föreliggande rapport behandlar gränslägesfunktionen för avbördningsanordningar. För att uppnå en hög avbördnings säkerhet krävs att man tillämpar kvalificerade metoder för att identifiera och hantera alla de riskfaktorer som finns i systemet.

Elforsks styrgrupp för FoU dammsäkerhet

Sammanfattning

Avbördningsanordningar är en viktig del av dammsäkerheten, som bland annat förutsätter fungerande gränslägen. Analys av avbördningsanordningars funktions-säkerhet har tidigare visat att fel på gränslägesfunktionen är en av de vanligaste felorsakerna till utskovsluckors bristande funktionssäkerhet.

Utredningens mål har varit att beskriva olika typer av gränslägen, inklusive så kallade fundamentbrytare, för avbördningsfunktionen med för- och nackdelar i olika tillämpningar samt att lämna förslag till typlösningar och checklista för projektering och konstruktion.

Rapporten omfattar beskrivning av befintliga system, sammanställning av erfarenheter från genomförda besiktningar, förslag till typlösningar med utvärdering av ett exempel på en typisk lösning samt förslag till checklista som kan användas vid projektering och konstruktion.

Slutsatserna är att det finns lång erfarenhet av beprövade lösningar för mekaniska gränslägesbrytare och att de därför kommer ha fortsatt stor användning i gränslägesfunktionen för avbördningsanordningar. Även om mekaniska gränslägesbrytare under lång tid varit det bäst fungerande alternativet finns det mekaniska underhållsproblem, som exempelvis kärvande gränslägesbrytare i behov av smörjning. Användning av elektroniska beröringsfria givare kan vara ett alternativ till ökade underhållsinsatser. Tidigare erfarenheter av beröringsfria givare har varit negativa, men förutsättningarna bedöms ha förbättrats efter introduktion av epoxifyllda givare och förbättrade överspänningsskydd. Problemområden som oavsett typ av gränsläge har stor betydelse är inställning i förhållande till luckrörelse, underhåll av fundamentbrytares fjäderpaket samt avsaknad av övervakning för utlösta fundamentbrytare.

Summary

Discharge devices, including limit switches in working order, are important for dam safety. Safety and reliability analysis of spillway gates has earlier shown that malfunction of limit switches is one the most common root causes of reported disturbances for spillway gates.

The objective of the investigation has been to describe varying types of limit functions in spillways, including load-limiting devices for mechanical gate hoists, and describe advantages and disadvantages in different applications. Another objective has been to propose typical solutions and a checklist for use in projecting and design.

The report includes description of existing systems, compiled experiences from inspections, proposed typical solutions with evaluation of an example of a typical solution, and a proposed checklist for use in projecting and design.

Conclusions are that long experience of well-proven solutions will lead to maintained frequent use of mechanical limit switches for the function of limit switches in spillways. Mechanical limit switches have been the most reliable alternatives for a long time but there are mechanical problems related to maintenance. In some cases the problems could be avoided by use of proximity switches. Earlier experiences of proximity switches have been negative, but the introduction of switches filled with epoxy resin and improved devices for over voltage protection have improved the conditions of meeting requirements of the application. Problem areas independent of the type of switch are the adjustment of limit function relative to gate movement and maintenance for spring packages of load-limiting devices as well as lack of supervision of released load-limiting devices.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	1
1.1	BAKGRUND.....	1
1.2	MÅL	1
1.3	AVGRÄNSNINGAR.....	1
1.4	METOD	2
2	DEFINITIONER	3
3	BESKRIVNING AV BEFINTLIGA SYSTEM	4
3.1	ALLMÄNT.....	4
3.2	LYFTANORDNINGAR FÖR UTSKOVS Luckor	4
3.3	GRÄNSLÄGEN.....	6
4	FÖR- OCH NACKDELAR I OLIKA TILLÄMPNINGAR.....	14
4.1	ALLMÄNT.....	14
4.2	MEKANISKA GRÄNSLÄGESBRYTARE.....	14
4.3	FUNDAMENTBRYTARE.....	15
4.4	TRYCKBRYTARE	15
4.5	ELEKTRONISKA BERÖRINGSFRIA GIVARE.....	16
5	ERFARENHETER AV BEFINTLIGA SYSTEM	18
5.1	PROBLEMOMRÅDEN FÖR GRÄNSLÄGEN I AVBÖRDNINGSANORDNINGAR	18
5.2	MEKANISKA SVAGHETER, BESIKTNINGAR 1994-2001.....	18
5.3	BESIKTNINGSRAPPORTER 1999-2002.....	25
6	REKOMMENDATIONER	31
6.1	SYSTEM- OCH KONSTRUKTIONSLÖSNINGAR.....	31
6.2	KRAV SOM BÖR STÄLLAS PÅ GRÄNSLÄGEN	33
6.3	EN TYPISK LÖSNING - UTVÄRDERING AV ETT EXEMPEL FÖR BEFINTLIG ANLÄGGNING	36
7	SLUTSATSER	40
8	REFERENSER.....	41

Bilagor

A CHECKLISTA FÖR PROJEKTERING OCH KONSTRUKTION

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Denna rapport är ett led i ELFORSKs satsning på dammsäkerhet och behandlar gränslägesfunktionen för avbördningsanordningar. Rapporten behandlar olika typer av gränslägesbrytare och funktionen som en helhet i form av systemlösningar.

Fel på gränslägesfunktionen utgör en av de vanligaste felorsakerna till avbördningsanordningars bristande funktionssäkerhet [1]. Detta bekräftas också i intervjuer med driftspersonal, besiktningar och fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar. Eftersom gränslägen har stor betydelse för avbördningsanordningars tillförlitlighet är gränslägesfunktionen viktig för dammsäkerheten.

Mekaniska gränslägesbrytare har historiskt betraktats som den mest tillförlitliga typen samtidigt som rapporter från dammbesiktningar påvisar flera vanliga problemområden för mekaniska gränslägesbrytare. Intressanta frågeställningar är därför att identifiera vanliga problemområden och att diskutera hur problem kan förebyggas med genomtänkta konstruktioner och/eller användande av ny teknik i samband med projektering och konstruktion av nya system eller förändringar vid reinvesteringar.

Utöver allmänna krav på hög driftsäkerhet för avbördningsfunktionen ställer RIDAS – Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet [2] krav på avbördningsystemet. Närmare vägledning för praktiskt uppfyllande av RIDAS ges i dess tillämpningsanvisningar [3].

1.2 Mål

Målet med utredningen är att beskriva olika typer av gränslägen, inklusive så kallade fundamentbrytare, för avbördningsfunktionen med för- och nackdelar i olika tillämpningar samt att lämna förslag till typlösningar och checklista för projektering och konstruktion.

1.3 Avgränsningar

Utredningen behandlar mekaniska, elektriska och underhållsrelaterade frågeställningar för en säker gränslägesfunktion. Ämnet omfattar ett stort antal förekommande varianter av givartyper och utformningar av påverkanssystem i kombination med olika typer av lyftanordningar för utskovsluckor. Beskrivning av gränslägen med för- och nackdelar samt inhämtning av erfarenheter via intervjuer, dammbesiktningar och fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar har genomförts med hänsyn till projektets tillgängliga resurser. Detta har inneburit att utredningen har baserats på tillgängligt referensmaterial med belysning av förekommande lösningar och problemområden som återfunnits i det tillgängliga materialet. Statistisk analys och värdering för att ge en heltäckande bild av gränslägens problemområden inom svensk vattenkraft har inte förekommit inom ramen för utredningen.

1.4 Metod

Utredningen har utförts genom litteraturstudier, teknikstudier och kartläggning av befintliga system genom sammanställning av information från dammbesiktningar, fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar och intervjuer.

Resultatet redovisas i form av beskrivning av befintliga system med för- och nackdelar i olika tillämpningar, sammanställning av erfarenheter från genomförda besiktningar, förslag till typlösningar med utvärdering av ett exempel på en typisk lösning samt förslag till checklista som kan användas vid projektering och konstruktion. Med utgångspunkt från denna utrednings resultat, krav enligt RIDAS och dess tillämpningsanvisningar utvärderas ett exempel på en typisk lösning. Utvärderingen skall endast betraktas som ett beskrivande exempel eftersom varje anläggning bör utformas efter dess specifika förutsättningar. Däremot kan checklistan av generell karaktär, som återfinns i bilaga, användas vid projektering och konstruktion.

2 Definitioner

Denna utredning sammanställer material från olika källor som inte alltid använder sig av samma begrepp och definitioner. För att klarställa begrepp och definitioner, som kan vara tvetydiga, presenteras det språkbruk som används i rapporten.

Avbördningsanordning

Anordning för flödeskontroll som möjliggör utsläpp av vatten från en damm.

Avståndsmanöver

Manövrering av objekt från en plats som är belägen på avstånd från objektet.

Drivsystem

Luckans elektriska drivsystem, det vill säga motorn med tillhörande lokal manöverutrustning, som påverkar utskovsluckans mekaniska eller hydrauliska system för luckmanöver.

Fundamentbrytare

Gränsläge med påverkanssystem som aktiveras genom att krafter från drivmaskineriet rubbar fjäderförsedda lagerbockar ur sitt normala läge.

Hysteres

Karakteristik för en krets där till- och frånslag sker i skilda lägen.

KAS (katastrofskydd)

Skyddsutrustning (reläskydd) som detekterar onormal vattennivå i damm och initierar lucköppning vid felfunktion i ordinarie utrustning.

Manöverdon

Yttre rörlig del tillhörande mekanisk gränslägesbrytare som överför påverkan till gränslägesbrytarens kontaktfunktion.

Plunge

En typ av manöverdon för gränslägesbrytare.

Påverkansdon

Konstruktion som genom rörelse på lucka eller spel påverkar gränslägesbrytarens manöverdon eller kommer inom beröringsfri givares avkänningsområde.

Utskov

=Avbördningsanordning.

3 Beskrivning av befintliga system

3.1 Allmänt

Utskovsluckors uppgift är att avbörda vatten i dammanläggningar och vid kraftstationer. Därigenom är det möjligt att förhindra onormala vattennivåer som kan medföra oönskade konsekvenser, att innehålla vattendomar samt reglera vattenytur ur driftsynpunkt. Stora krav ställs på säker funktion av utskovsluckor.

Gränslägens uppgift är att se till att luckan inte passerar sina yttre eller förinställda lägen. Om luckan passerar sina yttre lägen äventyras utskovsluckans funktion genom att luckan eller dess drivsystem kan skadas. Gränslägen kan även användas för indikering till datorsystem och fjärrkontroll.

3.2 Lyftanordningar för utskovsluckor

Vid utformning av gränslägesfunktionen har typ av lyftanordning stor betydelse för behovet av gränslägen och val av systemlösning. Praktiska förutsättningar att finna lämpliga konstruktionslösningar påverkas av den aktuella lyftanordningen. Nedan ges en kortfattad redogörelse för lyftanordningar som påverkar val av lösning för gränslägesfunktionen.

3.2.1 Kuggstångsspel

Kuggstångsspel används för segment och sektorluckor och den stela kuggstången möjliggör manövrering av luckor som inte kan stängas genom egentyngd. Luckan rör sig med lucklagerinfästningarna som rörelsecentrum när kuggstängerna via ledade förband påverkar luckan med uppåt- eller nedåtriktad kraft. Drivning sker på en sida eller på båda sidorna av luckan med elmotor och kuggväxel som påverkar kuggstängerna. Vid drivning på båda sidorna av luckan är drivmaskinerierna mekaniskt sammankopplade via parallellaxel eller elektrisk synkroniserade.



Figur 3.1 Utskovsluckor med kuggstångsspel.

Konstruktionen ställer stora krav på gränslägesfunktionen. För att minska risken för skador förses luckor med kuggstångsspel ofta med fjädrande lagerbockar och fundamentbrytare. Luckor med kuggstångsspel har fått skador på manöveraxlarnas lagringar då gränslägen för stängd lucka och fundamentbrytare ej fungerat som avsett [1]. Andra exempel på konsekvenser vid felfunktion på gränslägen är skador på lucka och kuggstänger, att spelmaskineriet ryckts ur sitt läge samt skadade fästen till spelmaskineriet.

3.2.2 Skruvspel

Skruvspel utgör en vanlig ersättning för spettlyft eller som lyftanordning på mindre planluckor och används för luckor som inte kan stängas genom egentygnd. Placering av skruvspel kan vara antingen på mitten av en planlucka eller vid luckans ömse sidor. Konstruktionen ställer stora krav på gränslägesfunktion för att konsekvenser i form av funktionsfel för lucka och spelmaskineri skall kunna undvikas. Bristande funktion för gränslägen medför stor risk för skada för luckor utrustade med skruvspel.

3.2.3 Lin- och kedjespel

Användning av lin- eller kedjespel bygger på att luckan stänger sig genom egentygnd. Kedjespel förekommer främst vid äldre anläggningar och då ofta för utskov försedda med valslucka.



Konsekvensen av en felfunktion för gränsläge för en lucka med linspel kan exempelvis vara att mer lina än erforderligt matas ut när gränsläget för stänga missar. Om linan sedan är slak vid öppna manöver finns risk för att linan kommer vid sidan av sitt rätta läge vilket kan leda till linbrott och tappad manöverförmåga för utskovsluckan. Vakt för slaklina, så kallad slaklinebrytare, används för att förhindra oönskad utspolning av lina.

Figur 3.2 Utskovslucka med linspel.

För luckor med linspel kan felfunktion för öppna gränsläge innebära alltför stora mekaniska påfrestningar som leder till skador för linspelet.

3.2.4 Hydrauliska lyftanordningar

Hydrauliska lyftanordningar ger om hydraulsystemet är försett med korrekt inställd överströmningsventil, sprängbleck eller tryckbrytare en bättre säkerhet mot att luckan skadas vid utebliven funktion från luckans gränsläge. Överströmningsventil och sprängbleck begränsar hydraultrycket och förhindrar följdskador genom att när trycket överstiger viss nivå öppnas ventilen eller blecken sprängs och oljan styrs i retur till

tanken. Utlösta sprängbleck medför omanövrerbar lucka och återställning kan endast ske genom reparationsarbeten för hydraulsystemet.

Felfunktion av gränsläge tillsammans med felfunktion i hydraulsystemets tryckbegränsning kan få allvarliga konsekvenser i form av slangbrott som leder till förlorad manövrerbarhet. Normalt är systemet försett med slangbrottsvakt.

Hydrauliska lyftanordningar som förekommer för utskovsluckor är:

- Hydraulcylinder direkt ansluten till lucka
- Hydraulcylinder som via brythjul och kätting är kopplade till lucka
- Hydraulmotor som överför kraften till lucka via linor, kätting eller kuggstång
- Mobila hydraulspel förekommer för spett- och planluckor

3.3 Gränslägen

3.3.1 Allmänt

Gränslägen som används i avbördningsanordningar kan delas in i mekaniska gränslägesbrytare, tryckbrytare och elektroniska beröringsfria givare. Fundamentbrytare, momentbrytare och slaklinebrytare är i grunden mekaniska gränslägesbrytare anpassade för sin respektive tillämpning.

Förutom typen av gränsläge varierar den praktiska utformningen av de påverkanssystem som aktiverar gränsläget. En viktig principiell skillnad är om gränsläget påverkas av själva luckrörelsen, så kallad direkt funktion, eller om det påverkas av luckans spelmaskineri eller lucklägesgivare, så kallad indirekt funktion.



Figur 3.3 Gränslägen som påverkas av luckans rörelse (vänster) respektive gränsläge som påverkas via spelmaskineri (höger)



Figur 3.4 Utskovslucka med kuggstångsspel och påverkansdon på kuggstång.

För luckor med kuggstångsspel är det ofta svårt att rent konstruktionsmässigt arrangera fästen så att gränsläget kan få sin funktion direkt från själva luckrörelsen. Svårigheten ligger i att kunna placera de ingående delarna så att de inte är i vägen för till exempel grenar eller is. I figur 3.4 och 3.5 visas exempel på utförande där gränsläget tar sin funktion från kuggstångens rörelse, vilket många gånger anses vara en acceptabel lösning.



Figur 3.5 Gränsläge som påverkas av kuggstångens rörelse.

Påverkan från spelmaskineriet betraktas som indirekt funktion. I figur 3.6 visas exempel där gränsläget tar sin funktion från spelmaskineriet.



Figur 3.6 Gränslägen som påverkas av spelmaskineri via kedja och drev.

3.3.2 Mekaniska gränslägesbrytare

Mekaniska gränslägesbrytare förekommer i en mängd olika utföranden och är inom svensk vattenkraft den vanligast förekommande typen för utskovsluckors gränslägen. Mekaniska gränslägesbrytare ingår även som komponent i fundamentbrytare, momentbrytare och slaklinebrytare.

Lägsta arbetstemperatur för mekaniska gränslägesbrytare, som idag erbjuds på marknaden i standardutförande är -30°C .

Vanligtvis sker en mekanisk påverkan direkt eller indirekt från luckans rörelse till en vipparm med rulle eller en intryckbar plunge. Gränslägesbrytarens vipparm med rulle är ofta justerbar. Påverkan från kedja och drev på gränsläget förekommer också.



Figur 3.7 Gränslägesbrytare med intryckbar plunge.



Figur 3.8 Gränslägesbrytare med vipparm och rulle respektive justerbar vipparm och rulle.

Figur 3.8 visar stängda planluckor med gränslägesbrytare för öppna och stänga manöver. Påverkansdon för stänga gränsläge, som är fastsatta på respektive lucka, syns i vardera bilden. Motsvarande påverkansdon för öppna gränsläge är placerade längre ned på luckorna och rör sig vid öppna manöver med luckorna upp mot gränslägesbrytarna. Vid öppen lucka slår påverkansdonet till öppna gränsläges manöverarm. Öppna gränsläges manöverarm är i den högra bilden bockad för att inte slå i den horisontella balken när luckans påverkansdon träffar rullen på armen. I den vänstra bilden är gränsläget för stängd lucka tydligt påverkat av påverkansdonet på luckan. Motsvarande funktion förefaller i den högra bilden vara osäker eftersom luckans påverkansdon inte når ända fram till gränslägesbrytarens manöverarm. I detta fall hjälper det inte att gränslägets vipparm är justerbar eftersom justeringen behöver göras i vertikal led. I utförande enligt figur 3.9 hanteras problemet med hjälp av justerbar infästning av luckans påverkansdon. Ytterligare en detalj är att gränslägesbrytaren är monterad på en distans från den horisontella balken vilket gör att den justerbara vipparmen för öppna gränsläget vid tillslag går fri från den horisontella balken.



Figur 3.9 Justerbar infästning av påverkansdon.



Figur 3.10 Gränslägesbrytare där manöverarm med rulle påverkar kontaktfunktionen.

Olika utföranden för gränslägesbrytares kontaktfunktion är momentkontakt respektive kontakt utan moment. För gränslägesbrytare med momentkontakt är kontaktbryggans bryt- och sluthastighet konstant och oberoende av anslagshastigheten mot brytarens manöverdel. Momentkontakt ger en exakt funktion vid låga anslagshastigheter, men till- och frånslag ligger på skilda punkter. Kontakt utan moment innebär att bryt- eller sluthastighet är proportionell mot anslagshastigheten till brytarens manöverdel och därmed sker till- och frånslag i samma punkt. Manöverhastigheten för utskovsluckor är förhållandevis låg vilket gör att momentkontakt normalt väljs för att få distinkta till- och frånslag. Strävan är att åstadkomma distinkta till- och frånslag men samtidigt inte få större skillnad än nödvändigt mellan till- och frånslag.

Fysiskt stora modeller för gränslägesbrytare har ofta en betydande hysteres. Vid öppning av lucka måste manöverpulsen vara tillräckligt lång för att gränslägets kontakter ska växla läge. Om det inte sker går luckan ej att stänga igen därför att gränsläget fortfarande har stänga manövern bruten. Omvänt gäller vid stängning av lucka att gränslägets kontakter inte får växla läge och bryta stänga manöver innan luckan är helt stängd. Om så sker finns risk för läckage med eventuell nedisning som följd.

I industriella tillämpningar kan livslängden för mekaniska gränslägesbrytare vara ett problem på grund av slitage orsakat av hög manöverfrekvens. För tillämpningen i avbördningsanordningar är problemet snarare det omvända då vissa gränslägesbrytare motioneras mycket sällan. Livslängden kan däremot påverkas i de fall gränsläget har till uppgift att bryta likström. Likströmmen är svår att bryta och vid långsam växling av gränslägets kontakt från slutet till öppet läge eller för kort kontaktavstånd vid öppet läge kan en ljusbåge uppstå, som på sikt förstör kontakten.

3.3.3 Fundamentbrytare

Luckor med mekaniska lyftanordningar är ofta försedda med fundamentbrytare, som påverkas om luckan går förbi sitt första gränsläge och utsätter spelmaskineriet för stora krafter. Fundamentbrytaren är en konstruktion där mekaniska gränslägesbrytare genom påverkanssystem aktiveras av att spelmaskineriets fjäderförsedda lagerbockar rubbas ur sitt normala läge på grund av krafter som uppstår när drivmaskineriet påverkar en lucka

som inte kan röra sig. Fjädrande lagerbockar med gränslägesbrytare benämns i litteraturen och besiktningsrapporter som fundamentbrytare eller spelbäddsbrytare. I denna rapport används benämningen fundamentbrytare.

I figur 3.11 visas ett påverkanssystem i form av en pendel som hålls uppe med en justerbar skruv och pendeln frigörs när lagerbockarna rubbas ur sitt läge för att slå till gränslägesbrytarens intryckbara plunge.



Figur 3.11 Utskovlucka med kuggspel, fjäderförsedda lagerbockar för spelmaskineri, påverkanssystem och gränslägesbrytare.

3.3.4 Momentbrytare

För luckor med mekaniska lyftanordningar där kraftöverföring sker via en cylindrisk växel eller vinkelväxel förekommer mekaniska momentbrytare för begränsning av påverkande kraft för både öppna och stänga manöver. Momentbrytare med uppgift motsvarande fundamentbrytare kan förekomma för luckor med kuggstångsspel, skruvspel och linspel.

3.3.5 Slaklinebrytare

Slaklinebrytare förekommer för luckor med linspel och har till uppgift att förhindra utspolning av lina. Slaklinebrytare består av ett mekaniskt gränsläge och en fjäderförsedd manöverarm med rulle som linspelets vajer kan löpa mot. Om vajern inte hålls sträckt gör manöverarmens fjäder så att gränslägesbrytaren löser ut.

3.3.6 Spindelgränslägen

Interna spindelgränslägen förekommer för linspel och i allmänhet är dessa svåra att justera i förhållande till luckans rörelse på grund av linans töjning och termiska förändringar. Genom att använda försträckta linor reduceras effekten av linans initiala töjning. Problem med termiska förändringar kan minskas genom justering av stänga gränsläge på vintern och justering av öppna gränsläge på sommaren [4].

3.3.7 Tryckbrytare

Tryckbrytare förekommer i system med hydrauliska lyftanordningar där luckan normalt också är försedd med separata gränslägen. Till skillnad från överströmningsventiler och sprängbleck, som också används för tryckbegränsning i hydrauliska system, kan tryckbrytare stoppa hydraulmotorn vid det inställda trycket. Tryckbrytares uppgift för hydrauliska lyftanordningar kan jämföras med fundamentbrytare för mekaniska lyftanordningar.

Tryckbrytare används generellt i applikationer för automatisk start och stopp av pumpar. Ett utförande kan vara att tryckbrytaren består av en anslutningsstuts, membran, vippsystem, huvudfjädrar, differensfjäder och ett kontaktsystem. På huvudfjädern ställs stopptrycket in och skillnaden mellan stopp- och starttryck ställs in på differensfjädern. Via anslutningsstutsen påverkas membranet av trycket i hydraulsystemet. Trycket överförs från membranet till en mekanisk rörelse, som kopplar in och ut en pumpmotor.

Det framgår normalt av anläggningsdokumentationens hydraulschema om systemet är utrustat med tryckbrytare. Inställningsvärde för tryckbrytare sätts vanligtvis i samband med montage av hydraulsystemet och kan om provningsprotokoll saknas provas med hjälp av manometer.

3.3.8 Elektroniska beröringsfria givare

Elektroniska beröringsfria givare förekommer på marknaden med induktiva eller kapacitiva sensorer. Induktiva givare förekommer i begränsad omfattning för avbördningsanordningar medan förekomst av kapacitiva givare inte har kunnat konstateras under utredningen.



Figur 3.12 Induktiva givare och påverkansdon.

Beröringsfria givare kan beskrivas som en induktiv eller kapacitiv sensor med integrerad elektronik. Sensorn består av en oscillator som svänger med några hundra kHz. För en induktiv givare störs svängningskretsen och oscillationen avtar när ett metallföremål finns inom avkänningszonen. Kapacitiva givare påverkas däremot av alla material som förs in i den aktiva zonen genom att svängningskretsens kapacitans förändras och oscillatoren påverkas. Induktiva givare används i stor utsträckning för industriellt bruk

och det finns givare som enligt tillverkarna är framtagna för svåra miljöförhållanden såsom värme, kyla, damm, vibration, fuktighet, korrosiva ångor etc. För att klara sådan miljö gjuts elektroniken in i plasthöljen. [5]



Figur 3.13 Induktiva givare och påverkansdon med öppen respektive mer skyddad placering.

3.3.9 Övriga typer av gränslägen

Enligt rapporten "Utskovsluckors funktionssäkerhet" förekommer även ultraljudsgivare som gränslägen i avbördningsanordningar. Under denna utredning har inget konkret exempel med ultraljudsgivare påträffats och vid intervjuer med erfarna besiktningsmän har det framkommit att om ultraljudsgivare förekommer är de mycket sällsynt förekommande. Ultraljudsgivare används i allmänhet för rörelsedetektering med hjälp av korta högfrekventa ultraljudsimpulser. De uppges av tillverkare vara lämpliga för användning i smutsiga miljöer.

Även optiska givare förekommer, exempelvis i form av pulsgivare som räknar antalet varv för luckspelet.

Ytterligare en typ är elektroniska givare för kraftmätning, monterade på axeln för det ledade förbandet mellan kuggstång och lucka. Ett exempel där en sådan lösning skulle kunna åstadkommas är luckan i figur 3.4.

4 För- och nackdelar i olika tillämpningar

4.1 Allmänt

RIDAS tillämpningsanvisningar slår fast att ”för att få en så säker gränslägesfunktion som möjligt skall gränslägena påverkas av själva luckan och ej av drivmaskineriet eller av ett gränsläge i en lägesgivare” [3].

Besiktningsrapporter och samtal med besiktningsmän påvisar att det är förhållandevis vanligt att gränsläget hämtar sin funktion på annat sätt än från själva luckrörelsen. En förklaring är att en mer skyddad miljö kan åstadkommas om gränsläget placeras inne i huset för luckmaskineriet och ofta leder detta till en lösning med indirekt funktion. Delar som används för påverkan på en gränslägesbrytare kan, om de blir belagda med is eller skräp, medföra en felaktig indikering eller i värsta fall förstöra gränslägesbrytaren. Ingående delar som har förmåga att binda främmande föremål kan också medföra att luckmanövreringen äventyras

RIDAS tillämpningsanvisningar anger även att ”gränslägen i möjligaste mån skall skyddas från is, fukt och oavsiktlig mekanisk påverkan”.

Därmed kan det konstateras att konstruktören ibland tvingas prioritera mellan motstridiga krav. Nackdelen med indirekt funktion är att rörelser kan tas upp av mellanliggande komponenter så att drivmaskineriets läge avviker från luckans läge. Denna risk får vägas mot att gränslägesbrytaren, vid placering så att den påverkas direkt av luckans rörelse, i större utsträckning utsätts för påverkan från is, fukt och oavsiktlig mekanisk påverkan från främmande föremål eller i samband med underhållsåtgärder. Båda faktorerna kan inverka negativt på gränslägesfunktionens tillförlitlighet och prioriteringen måste göras utifrån förutsättningarna i respektive anläggning. Vid dubbling av gränslägen kan de motstridiga kraven mötas genom att det ena gränsläget monteras så att det påverkas direkt av luckrörelsen medan det andra monteras inne i spelkuren, vilket innebär en skyddad placering, men ger en indirekt påverkan från luckans rörelse.

Justerbara påverkansdon (fig 3.9) är en fördel för att erhålla så exakt justering som möjligt för till- och frånslag av gränsläget. Nackdelen med justerbarheten är risken för att påverkansdonet av någon anledning rubbas ur sitt läge eller justeras på ett felaktigt sätt.

4.2 Mekaniska gränslägesbrytare

I litteraturen anges mekaniska gränslägesbrytare vara den typ som erfarenhetsmässigt visat sig vara mest tillförlitlig [6]. Lewin framhäver dock att gränslägesbrytare med mekaniskt rörliga delar normalt erbjuder lägre tillförlitlighet än beröringsfria givare [4].

I utskov för äldre anläggningar förekommer kraftiga gränslägesbrytare av mekaniskt robust konstruktion. Enligt intervjuer med besiktningsmän är det dessa gränslägen som

visat sig vara de mest tillförlitliga förutsatt att gränslägesbrytarens underhåll inte är eftersatt. Eftersatt underhåll visar sig genom att gränslägesbrytaren behöver smörjas och att de gamla tätningarna, som ofta består av flätad naturfiber, behöver bytas. Dåliga tätningar medför att fukt kan tränga in i gränsläget. Om gränsläget smörjs upp och gamla tätningar byts mot gummiprofil, som limmas i delningens spår, är det rimligt att förvänta sig fortsatt lång livslängd för denna typ av gränslägesbrytare. Generellt har fysiskt stora och kraftiga modeller för gränslägesbrytare större hysteres än mindre modeller. En avvägning mellan storlek, som ger mekanisk stabilitet, och gränslägets hysteres måste göras vid val av apparat.

Ett relativt vanligt problem som rapporteras från besiktningar av mekaniska gränslägesbrytare är osäker funktion på grund av mekanisk tröghet. Mekanisk tröghet kan bero på att gränslägets rörliga delar behöver smörjas och att gränslägen vid öppen lucka sällan eller aldrig provas.

Nyare gränslägesbrytare är av betydligt mindre kraftigt utförande. Vid samtal med erfarna besiktningsmän refereras till förekommande problem med alltför svag återföringskraft i gränslägesbrytaren och alltför klena armar, som genom fjädring tar upp rörelser. Det har även förekommit att gränslägesbrytarens arm har lossnat. Det har visat sig att gränslägesbrytare med intryckbar plunge ställer större krav på exakt justering än gränslägesbrytare med vipparm och rulle.

Främsta motivet för användning av mekaniska gränslägesbrytare är den långa erfarenheten av beprövade lösningar för tillämpning i avbördningsanordningar.

4.3 Fundamentbrytare

Fundamentbrytares fördel är att lösningen erbjuder ett skydd, utöver ordinarie gränsläge, mot skador på luckor och spelmaskineri. Utan användande av fundamentbrytare kan det vara svårt att åstadkomma en dubbling av gränslägesfunktionen för stängd lucka. Parallellfunktion skulle innebära osäkerhet om lucklägesindikering medan seriefunktion inte kan åstadkommas utan att första gränslägets tillslag sker innan luckan är helt stängd.

Nackdelar med fundamentbrytare är att de sällan eller aldrig funktionsprovas och att bristande eller felaktigt underhåll har påverkat lagerbockarnas fjäderfunktion. Det är inte ovanligt att övervakning av utlösta fundamentbrytare saknas vilket innebär att det kan vara osäkert om fundamentbrytare har löst ut och om luckan är manöverbar. En annan nackdel är att funktionsprov för fundamentbrytare är svårt att genomföra [1].

4.4 Tryckbrytare

För att förlita sig på tryckbrytare i system med hydrauliska lyftanordningar skall tillsyn, inspektioner och besiktningar genomföras med samma krav som gäller för övriga gränslägen och fundamentbrytare. Om denna förutsättning inte kan uppfyllas, skall tryckbrytare endast betraktas som en extra säkerhet utöver de gränslägen som installeras för att möta de krav som ställs för respektive tillämpning. Tryckbrytare är ofta

driftsäkra, men funktion och inställningsvärden bör kontrolleras även efter leveransprov av hydraulsystemet.

I denna utredning har inga påpekanden om fel och brister för tryckbrytare konstaterats. Vid intervju med en besiktningsman framkom att det vid något tillfälle i samband med en provmanöver inträffat att tryckbrytaren brutit luckans manöver när det första gränsläget inte fungerat. Vid genomgång av anläggningsdokumentationens hydraulschema bör förekomsten av tryckbrytare konstateras. Om systemet är försett med tryckbrytare är det lämpligt att undersöka och verifiera funktion och inställningsvärden genom provning med manometer.

I grunden innebär tryckbrytare en indirekt funktion av gränsläget då den inte styrs av själva luckans rörelse.

4.5 Elektroniska beröringsfria givare

Fördelen med beröringsfria givare är enligt Lewin att helt inkapslade givare utan mekaniskt rörliga delar erbjuder en högre tillförlitlighet än vad som kan uppnås med mekaniska gränslägesbrytare. Inställning av rätt avstånd mellan den påverkande delen och givaren har stor betydelse för beröringsfria givares funktion. För luckor som manövreras med linspel kan det vara svårt att uppnå den noggranna inställning mellan påverkande del och givare, som elektroniska beröringsfria givare kräver. [4]

Bland beröringsfria givare förefaller induktiva givare, som enbart känner av metallföremål, vara det alternativ som ligger närmast till hands för användning i avbördningsfunktioner. I samband med större upprustningar av utskovsluckor på 1980-talet installerades induktiva givare. Erfarenheterna från dessa installationer har varit negativa. Problem uppstod med fukt (kondens) och åskstörningar. Fuktproblemen uppstod trots god kapslingsklass (IP67) och kondens bildades troligen på grund av stora temperaturväxlingar, som kan uppstå vid vissa tillfällen under året. Exempelvis kan ett högtryck under mars månad i Norrlands inland innebära att det på natten kan vara -20°C och på dagen när solen lyser på utskovsluckan kan temperaturen vara +20°C. Sådana temperaturvariationer ställer särskilda krav på givarens tålighet och konstruktion för att kondensproblem skall kunna undvikas.

Induktiva givare finns installerade på ett flertal intagsluckor och där fungerar de tillfredsställande. Sannolikt beror det på den bättre miljön inomhus med bland annat jämn temperatur och mindre utsatthet för åskstörningar.

Förutsättningarna för att tidigare negativa erfarenheter av induktiva givare skulle kunna överbryggas framstår som relativt goda. Problem med kondensbildning bör kunna undvikas genom användning av moderna epoxifyllda givare och den tekniska utvecklingen av överspänningsskydd har varit stor sedan 1980-talet. Känsligheten för åskstörningar är troligen på samma nivå som tidigare vilket gör att användning av induktiva givare bör kombineras med användning av moderna överspänningsskydd. Installation av överspänningsskydd påverkar visserligen tillförlitligheten men detta skall ses i ett helhetsperspektiv om givartypen betraktas ha andra fördelar för tillämpningen.

För induktiva givare löper alltid en viss läckström genom givaren vilket ger möjlighet till erhållande av signal om givaren påverkas eller skyddet aktiveras så att givaren inte längre är aktiv.

Motiven för användning av induktiva givare är att undvika rörliga delar och minska gränslägets känslighet för nedsmutsning och nedisning samt minskat behov av underhåll. Tekniken har nyligen åter introducerats vid installation av ett fåtal utskov med planluckor i södra Sverige.

På marknaden förekommer ett flertal fabrikat med arbetstemperaturområde ned till -40°C i standardutförande. Därmed är det för induktiva givare möjligt att även för givarna uppfylla de konstruktionsråd beträffande temperaturlaster som i RIDAS tillämpningsanvisningar [3] anges för utskovsluckor.

5 Erfarenheter av befintliga system

5.1 Problemområden för gränslägen i avbördningsanordningar

Utredningen ”Utskovsluckors funktionssäkerhet” [1] från 1995 presenterar med stöd av en enkätundersökning och intervjuer med driftspersonal en överblick av feltyper, felfrekvenser och enstaka anmärkningsvärda felorsaker för de vanligast förekommande lucktyperna i avbördningsanordningar. I RIDAS, som publicerades 1997 och reviderades 2002, och dess tillämpningsanvisningar, 2000, återfinns i avsnitten för avbördningsanordningar och dess manöver- och indikeringssystem mycket av de slutsatser och rekommendationer som utredningen om utskovsluckors funktionssäkerhet från 1995 ledde fram till. Enligt utredningen utgör fel på gränslägesfunktionen den mest frekventa felorsaken av de fel som totalt inrapporterades till undersökningen. Felorsakerna var oftast relaterade till påverkan av väder och vind, exempelvis genom fastfrysning av gränslägets manöverarm, samt att gränsläget ej hade påverkats av objektet. Andra felorsaker var dålig infästning av gränslägesbrytaren och olämplig placering eller olämplig kabelinföring, som ledde till komponentproblem. Mekaniska gränslägesbrytare ansågs av flertalet dammägare vara de mest robusta medan erfarenheterna av beröringsfria givare i undersökningen beskrivs som negativa. Även underhållsarbeten togs upp som en risk då gränslägen kan skadas, komma ur läge eller glömmas att återmonteras. Ur kontroll- och besiktningssynpunkt diskuteras att helt öppen luckas gränslägesfunktion motioneras betydligt mindre än funktionen för stängd lucka, vilket leder till större risk för felfunktion för öppen luckas gränsläge. Provmanövrering med kontroll av gränslägesfunktionen för helt öppen lucka är dessutom många gånger svår att utföra i full skala.

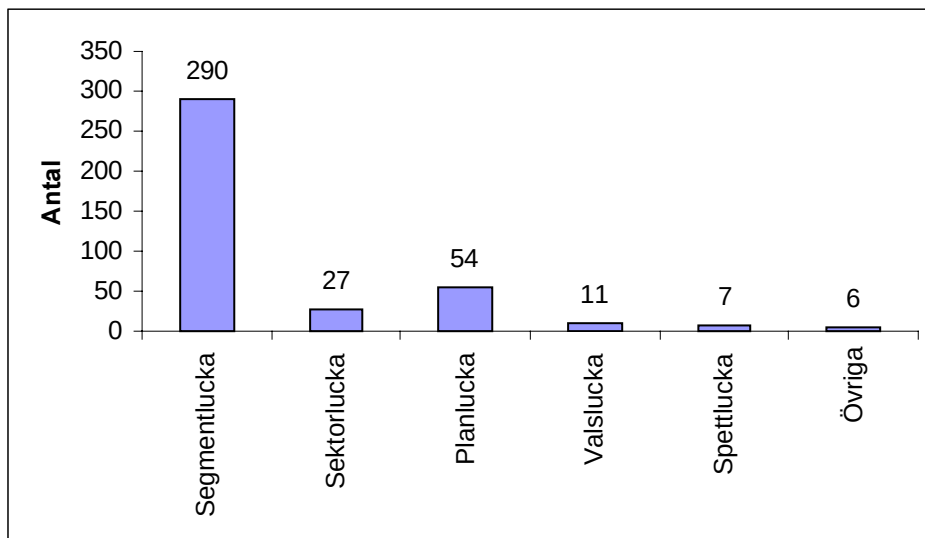
Konsekvenser av utebliven gränslägesfunktion är ofta stora mekaniska skador, vilket rapporten bland annat exemplifierar med ett svårt haveri för en fjärrmanövrerad sektorlucka. För kuggstångsdrivna luckor har bristande funktion för stängd luckas gränsläge och fundamentbrytare med bristande funktion i fjädring av lagerbockar medfört skador på manöveraxlarnas lagerbockar. Problem med fundamentbrytare tas upp som obefogad utlösning på grund av isbelastning på luckan och att övervakning av funktionen många gånger saknas vilket innebär att ingen felsignal erhålls när felet inträffar.[1]

5.2 Mekaniska svagheter, besiktningar 1994-2001

5.2.1 Allmänt, mekaniska svagheter

Rapporten ”Mekaniska svagheter utskovsluckor” [7] redogör för en inventering av besiktningsrapporter, som genomfördes 2001. Utredningen omfattar avbördningsanordningars mekaniska anläggningsdelar, inklusive kontakter och lägesgivares mekaniska delar. Medverkande kraftföretag var Birka Energi AB, Fortum Kraft AB, Sydkraft Vattenkraft AB och Vattenfall Vattenkraft AB. Besiktningsprotokoll från dammbesiktningar och FDU:er genomförda under perioden från 1994 till och med sommaren 2001 har analyserats och sammanställts. Totalt omfattar utredningen 133

besiktningsrapporter, varav 35 från genomförda FDU, 54 från dammbesiktningar enligt RIDAS riktlinjer och 44 rapporter från övriga dammbesiktningar. Anmärkningar som sammanställts är strukturerade per lucktyp samt i huvud- och undergrupper. I figur 5.1 presenteras fördelningen mellan de typer av utskovsluckor som ingår i materialet.



Figur 5.1 Fördelning mellan typer av utskovsluckor i utredningen ”Mekaniska svagheter utskovsluckor”.

Materialet omfattar 395 luckor för vilka totalt 2066 anmärkningar har noterats. Anmärkningarna är fördelade per huvudgrupp enligt tabell 5.1.

Tabell 5.1 Anmärkningar per huvudgrupp i utredningen ”Mekaniska svagheter utskovsluckor”.

Huvudgrupp	Antal anmärkningar
Drivsystem	480
Lucka och fals	436
Dokumentation	274
Manöver och indikering	253
Tätningar	202
Reservdriftsystem	156
Värme och isfrihållningsutrustning	116
Konstruktion	49
Avbördning	2
Övrigt	98

Anmärkningar för gränslägesbrytare, fundamentbrytare och slaklinebrytare återfinns i huvudgruppen för ”Manöver och indikering”. Anmärkningar per undergrupp inom huvudgruppen för ”Manöver och indikering” presenteras i tabell 5.2.

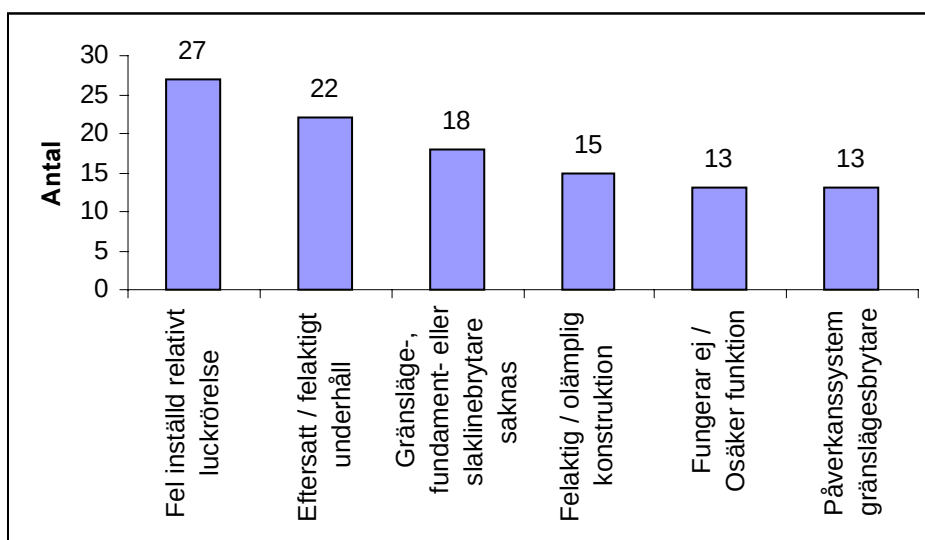
Tabell 5.2 Anmärkningar inom huvudgruppen ”Manöver och indikering”.

Undergrupp	Antal anmärkningar
Fundamentbrytare	20
Gränslägesbrytare	82
Lucklägesgivare	55
Manöverutrustning	34
Manövrering	62

Det framgår av rapporten att gränslägesbrytare är den mest anmärkningsbelastade undergruppen inom huvudgruppen ”Manöver och indikering”. I rapportens slutsatser påpekas att gränslägen ofta är felinställda och har osäker funktion. Författarna konstaterar att de flesta segment- och sektorluckor med kuggstångspel har spelmaskineribädd av fjädrande konstruktion för att undvika skador på spelmaskineriet. Spelbädden är ofta försedd med tallriksfjädrar eller fjäderpaket för den fjädrande funktionen, som ofta är rostskadade och/eller övermålade så att den fjädrande funktionen uteblir.

Rapportens sammanställning över totalt antal anmärkningar har i denna utredning använts för en mer ingående analys av de anmärkningar som berör gränslägesbrytare, fundamentbrytare och slaklinebrytare. Syftet med den mer ingående analysen är att i denna utredning lyfta fram förekommande fel och brister för gränslägen. Vid genomgång av materialet konstaterades följande grupper av anmärkningar:

- Felaktig inställning i förhållande till luckrörelse
- Eftersatt eller felaktigt underhåll
- Gränsläge-, fundament- eller slaklinebrytare saknas
- Felaktig eller olämplig konstruktion
- Fungerar ej / Osäker funktion
- Problem relaterade till gränslägesbrytares påverkanssystem

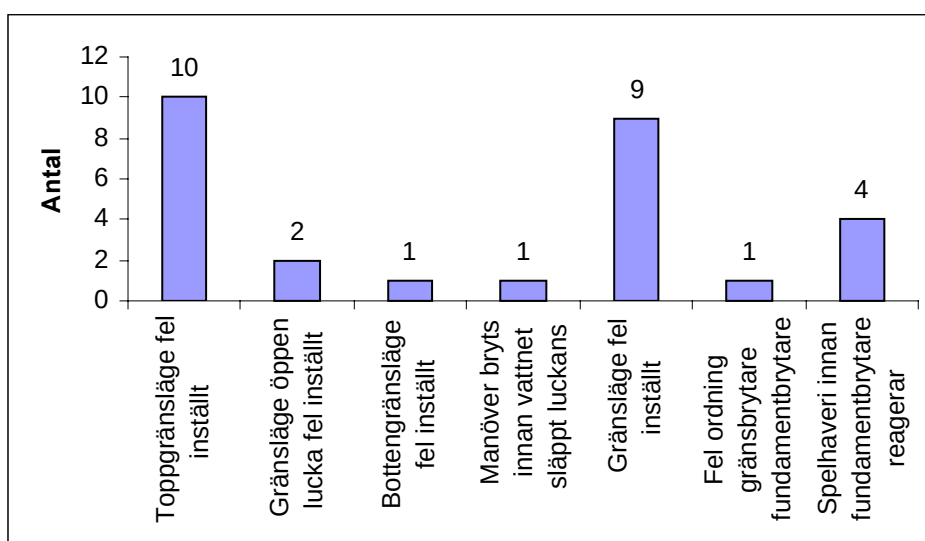


Figur 5.2 Fördelning mellan anmärkningar för gränsläge-, fundament och slaklinebrytare.

Inställning i förhållande till luckrörelse och eftersatt eller felaktigt underhåll är de vanligast förekommande anmärkningarna. Därefter följer anmärkningar om att gränslägen, fundament- eller slaklinebrytare saknas samt anmärkningar relaterade till felaktig eller olämplig konstruktion. Summan av antalet anmärkningar enligt figur 5.2 är 109 st, vilket skiljer sig från summan av underkategorierna för gränslägesbrytare och fundamentbrytare enligt tabell 5.2 (102 st). Skillnaden beror på att vissa anmärkningar, som varit kategoriserade inom övriga undergrupper även berör gränsläges-, fundament- eller slaklinebrytare och därför har de tagits med i sammanställning enligt figur 5.2. Inom gruppen för gränslägesbrytare fanns dessutom anmärkningar där det av den förklarande texten framgår att anmärkningen är att betrakta som två skilda fel. Därför har sådana anmärkningar i den närmare analysen hanterats som två olika fel och det totala antalet anmärkningar har ökat.

5.2.2 Felaktig inställning

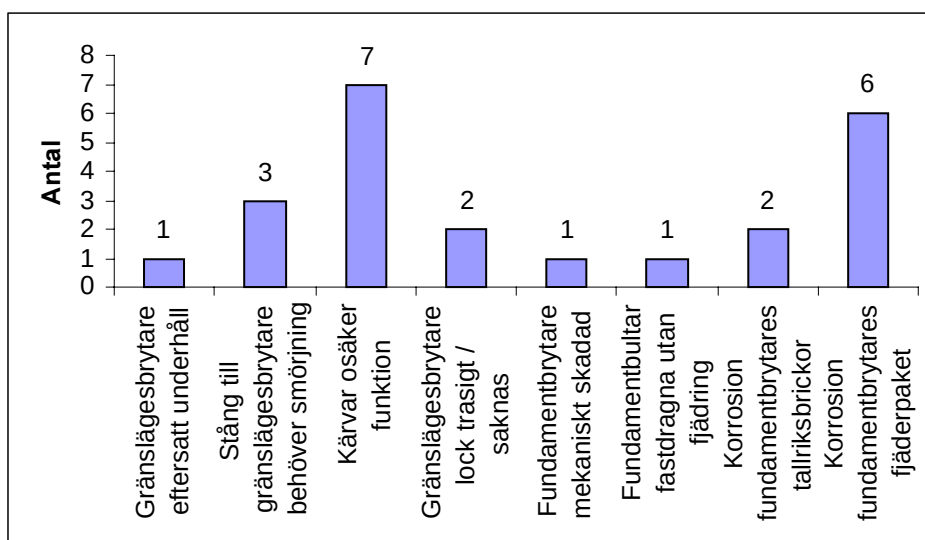
Anmärkningar relaterade till gränslägens inställning i förhållande till luckrörelse är den vanligaste gruppen av anmärkningar. Felen kan medföra stora konsekvenser för dammsäkerheten exempelvis genom att en felaktig inställning av toppgränsläge påverkar avbördningskapaciteten eller att spelet havererar innan fundamentbrytare löser ut. En ytterligare nedbrytning av anmärkningarna visas i figur 5.3.



Figur 5.3 Anmärkningar relaterade till gränslägens inställning i förhållande till luckrörelse.

5.2.3 Eftersatt eller felaktigt underhåll

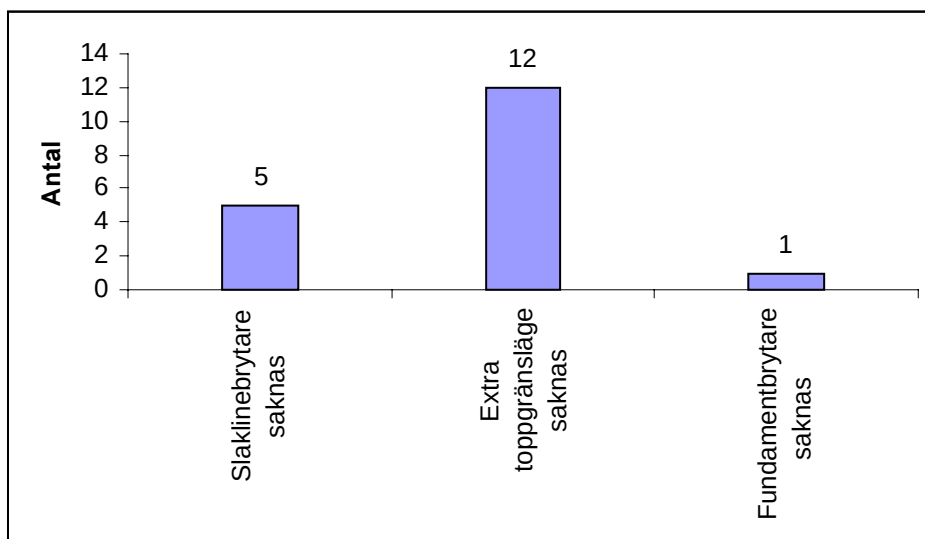
I slutsatserna för rapporten ”Mekaniska svagheter utskovsluckor” påpekas generellt att många anmärkningar beror på bristfälligt utfört drift-, skötsel- och underhållsarbete. Det visar sig att slutsatsen gäller även för gränslägen då anmärkningar för eftersatt eller felaktigt underhåll är den näst mest förekommande gruppen. Fördelningen av anmärkningarna på grund av felaktigt eller eftersatt underhåll framgår av figur 5.4.



Figur 5.4 Anmärkningar relaterade till eftersatt eller felaktigt underhåll.

5.2.4 Gränsläge saknas

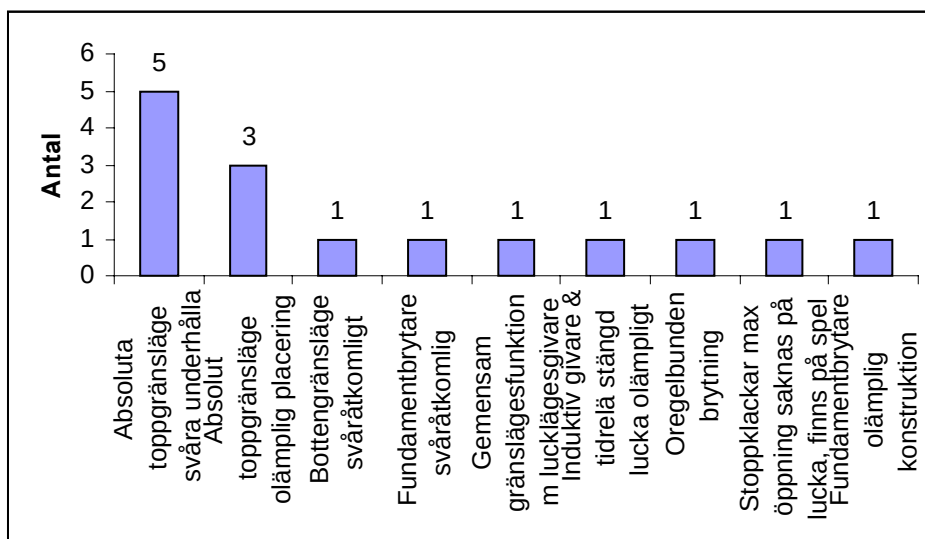
Den tredje gruppen är anmärkningar att gränsläge-, fundament- eller slaklinebrytare saknas. Vanligast av dessa anmärkningar är avsaknad av extra toppgränsläge. Samtliga anmärkningar grundar sig på att utskoven inte försetts med de gränslägen som anses krävas för att uppnå tillräckligt säker funktion.



Figur 5.5 Anmärkningar att gränsläge-, fundament eller slaklinebrytare saknas.

5.2.5 Felaktig eller olämplig konstruktion

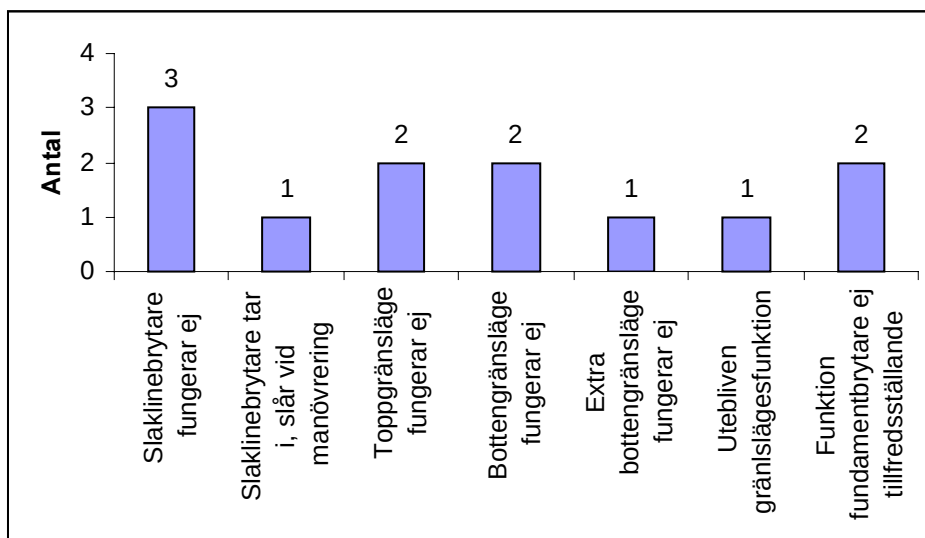
De flesta anmärkningarna inom gruppen berör olämplig placering, som försvårar tillståndskontroll och underhåll. Med tanke på att anmärkningar för eftersatt eller felaktigt underhåll är vanligt förekommande finns det anledning att i konstruktionskedet noggrant tänka igenom placering så att underhåll och tillståndskontroll underlättas.



Figur 5.6 Anmärkningar om felaktig eller olämplig konstruktion.

5.2.6 Fungerar ej eller osäker funktion

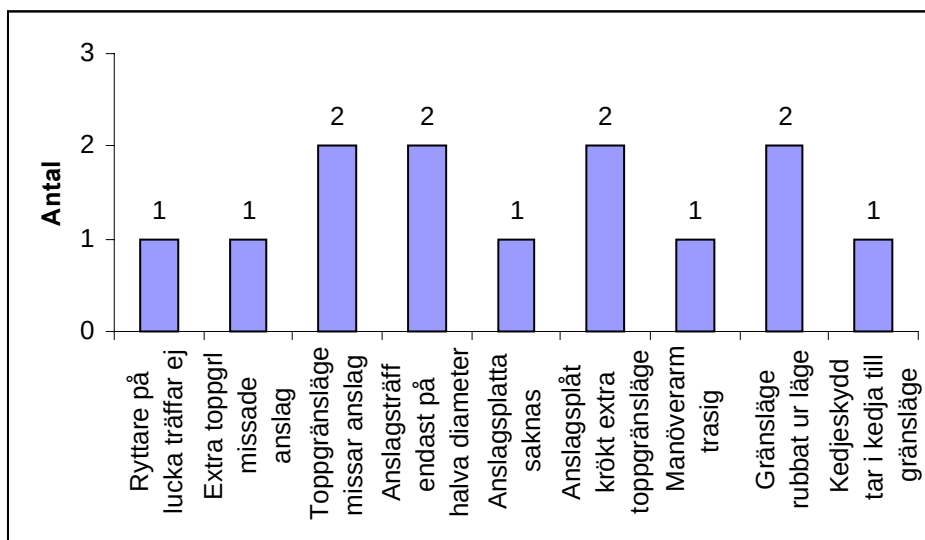
Gruppen innehåller anmärkningar där det vid besiktning konstaterats att funktionen är osäker eller att gränsläget inte fungerar. Närmare förklaring av orsaker framgår i de flesta fall inte av materialet utan det konstateras enbart vilket gränsläge som inte fungerar tillfredsställande.



Figur 5.7 Anmärkningar att gränslägen inte fungerar eller har osäker funktion.

5.2.7 Påverkanssystem

Anmärkningar på grund av brister i påverkanssystemet presenteras i figur 5.8. De anmärkningar som förekommer beror i de flesta fall på att gränsläget missar anslag eller att påverkanssystemet av någon anledning har skadats alternativt rubbats ur läge. Grundorsakerna till problemen som redovisas kan vara underhållsrelaterade eller bero på systemkonstruktionen. Konsekvenser av brister i påverkanssystemet är osäker eller utebliven gränslägesfunktion.

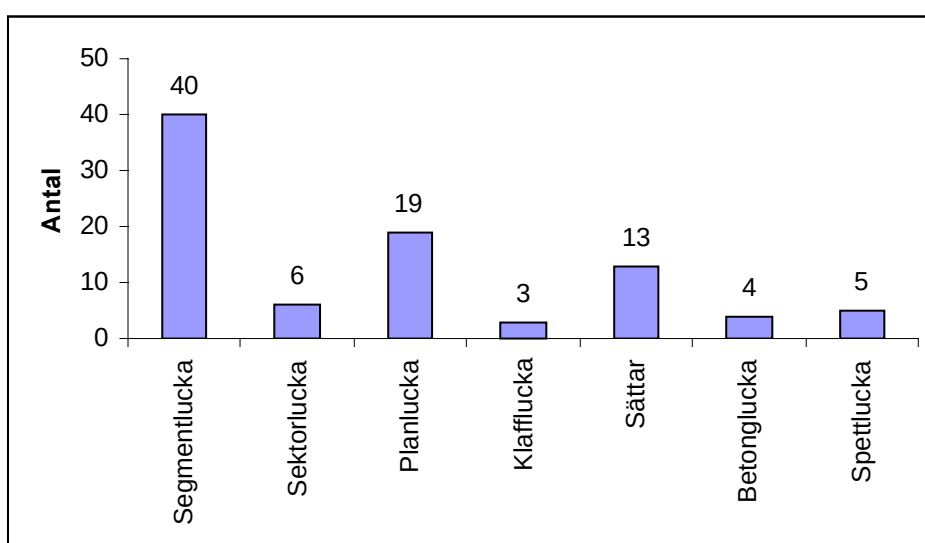


Figur 5.8 Anmärkningar på grund av brister i påverkanssystem.

5.3 Besiktningsrapporter 1999-2002

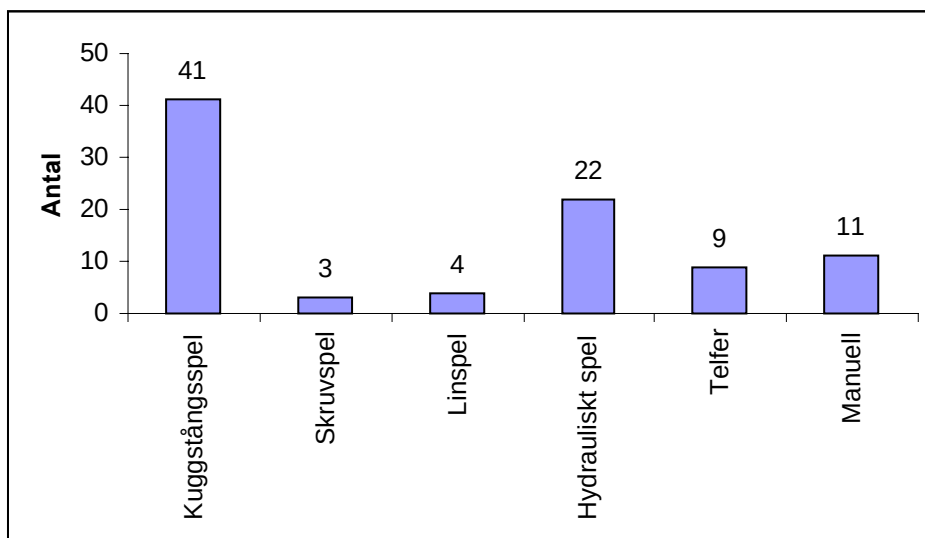
5.3.1 Förutsättningar

RIDAS anger program för dammägarens tillståndskontroll, som bland annat innefattar besiktningsrapporter och fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar (FDU). I denna utredning har besiktningsrapporter och fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar enligt RIDAS studerats med avseende på gränslägesfunktionen. Till skillnad från ovan presenterat material omfattas här även eltekniska besiktningsrapporter. Antalet besiktningsrapporter som studerats är mindre omfattande än inventeringen av mekaniska svagheter och får betraktas som en komplettering för att i sitt sammanhang även spegla eltekniska fel. De besiktningsrapporter och fördjupade dammsäkerhetsutvärderingar som har studerats genomfördes under åren 1999-2002 för dammanläggningar i södra och norra Sverige.



Figur 5.9 Fördelning mellan typer av utskovsluckor, dammbesiktningsrapporter 1999-2002.

De studerade besiktningsrapporterna omfattar 90 st utskov varav 54 st är avståndsmanövrerade, 25 st närmanövrerade med hjälp av någon sorts drivmaskineri och 11 st är manuellt manövrerade. Fördelningen mellan typer av utskovsluckor framgår av figur 5.9 och fördelningen mellan typer av lyftanordningar framgår av figur 5.10.



Figur 5.10 Fördelning mellan typer av lyftanordningar, dammbesiktningar 1999-2002.

Typen av gränsläge framgår inte explicit i varje besiktningsrapport, men av sammanhanget framgår det att mekaniska gränslägesbrytare är den dominerande typen.

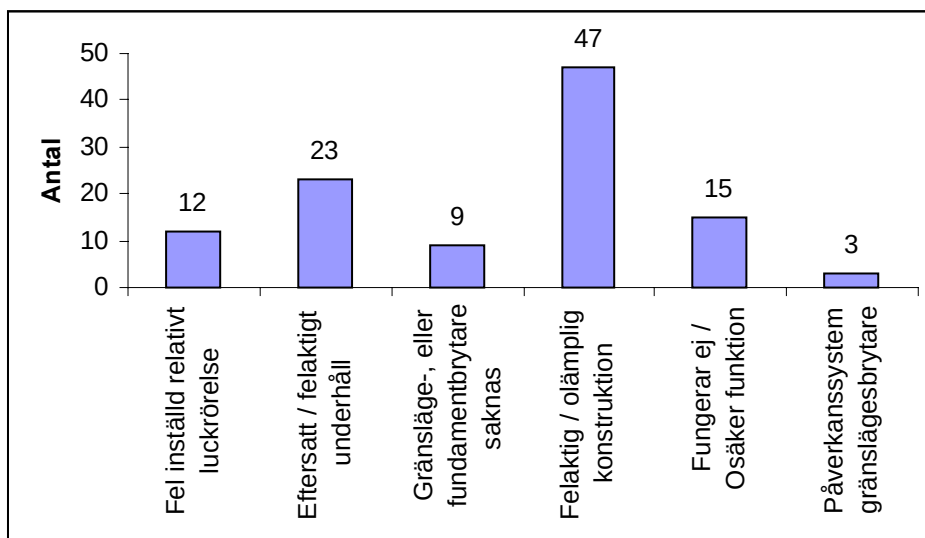
5.3.2 Resultat allmänt

Efter sammanställning av de studerade besiktningsrapporterna kan det konstateras att av 90 st utskov hade 57 st utskov påpekanden om fel och brister beträffande gränslägen och fundamentbrytare medan 33 st av de besiktigade utskoven passerade utan påpekanden.

Totalt innehåller de studerade besiktningsrapporterna 109 st påpekanden om fel och brister för gränslägen och fundamentbrytare, fördelade på 57 st utskov.

Fel och brister enligt besiktningsrapporterna har sorterats i följande grupper:

- Felaktig inställning i förhållande till luckrörelse
- Eftersatt eller felaktigt underhåll
- Gränsläge-, fundament- eller slaklinebrytare saknas
- Felaktig eller olämplig konstruktion
- Fungerar ej eller osäker funktion
- Problem relaterade till gränslägesbrytares påverkanssystem

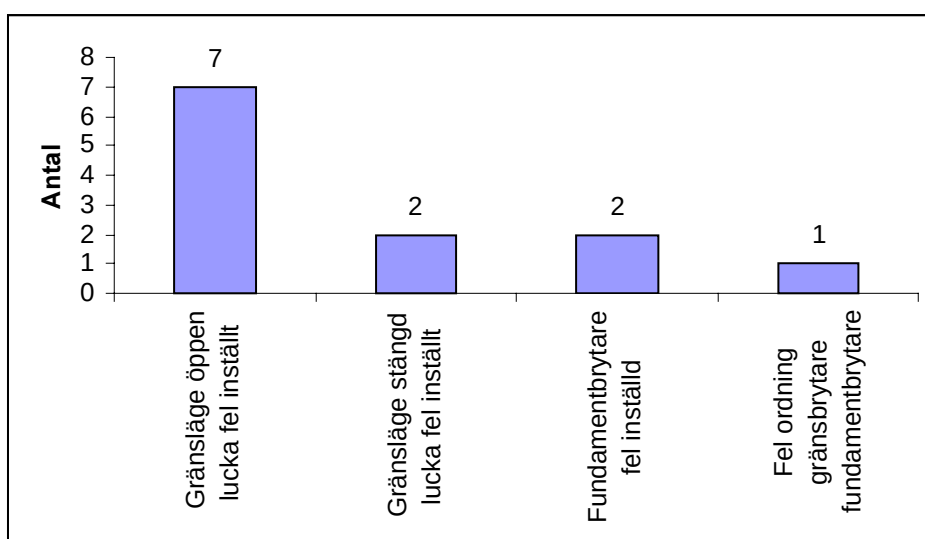


Figur 5.11 Fördelning av påpekanden om fel och brister från dammbesiktningar 1999-2002.

Av figur 5.11 framgår att påpekande om felaktig eller olämplig konstruktion är mycket vanligt och därefter följer eftersatt eller felaktigt underhåll. Nedan görs en ytterligare nedbrytning av vilka påpekande om fel och brister som gjorts inom respektive grupp.

5.3.3 Felaktig inställning

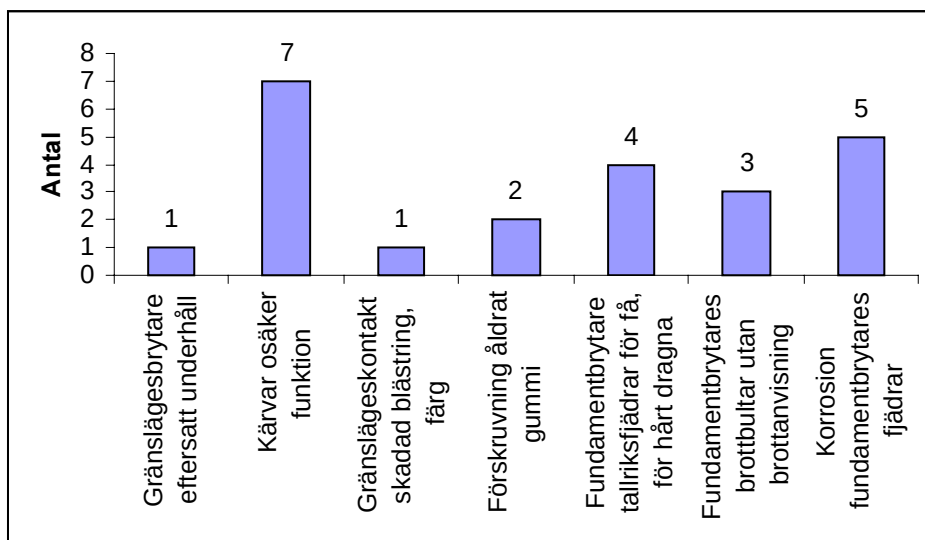
Påpekanden om felaktig inställning i förhållande till luckrörelse förekommer men tillhör inte de vanligaste i de studerade besiktningsrapporterna från 1999-2002. Det vanligaste påpekanget inom gruppen är felaktigt inställt gränsläge för öppen lucka vilket påverkar utskovets avbördningskapacitet och därmed dammsäkerheten.



Figur 5.12 Påpekanden relaterade till gränslägens inställning i förhållande till luckrörelse.

5.3.4 Eftersatt eller felaktigt underhåll

Kärvande gränslägen med osäker funktion tillsammans med korroderade fjäderpaket för fundamentbrytare är vanliga påpekanden som beror på otillräckligt underhåll. Ytterligare en aspekt är vikten av att underhållsåtgärder genomförs på ett korrekt sätt utan att den ursprungliga funktionen oavsiktligt påverkas. Alltför hårt dragna tallriksfjädrar och brottbultar som ersatts med bultar utan brottanvisning är två exempel där fundamentbrytares ursprungliga funktion har påverkats på grund av felaktigt underhåll.



Figur 5.13 Påpekanden om eftersatt eller felaktigt underhåll.

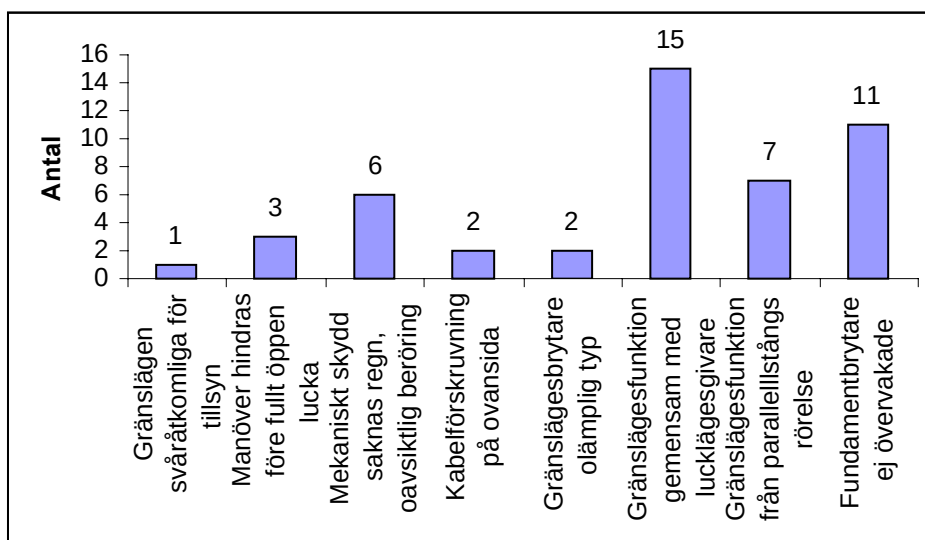
5.3.5 Gränsläge saknas

I besiktningsrapporterna förekommer 5 påpekanden om att gränslägen saknas samt 4 påpekanden om att fundamentbrytare saknas.

5.3.6 Felaktig eller olämplig konstruktion

Under denna rubrik samlas påpekanden om fel och brister som innebär risk för bristande funktion på grund av felaktig eller olämplig konstruktion. Denna grupp har, jämfört med inventeringen av mekaniska svagheter för utskovsluckor (dammbesiktningar utförda under perioden 1994 till 2001), ett stort antal påpekanden om fel och brister i besiktningsrapporterna från 1999-2002. En förklaring till skillnader är att besiktningsrapporterna från 1999-2002 innehåller även eltekniska fel. Förekommande eltekniska fel och brister är avsaknad av övervakning för utlösta fundamentbrytare och att kabelförskruvning är placerad på ovansida, vilket kan leda till fuktinträngning i gränslägesbrytaren. Ytterligare en orsak till det större antalet påpekanden är att samtliga besiktningar genomförts efter införandet av RIDAS (1997). Det är rimligt att förvänta sig att besiktningsrapporterna återspeglar den ökade tydlighet som RIDAS har skapat beträffande olämpliga konstruktionslösningar. Ett exempel på en olämplig

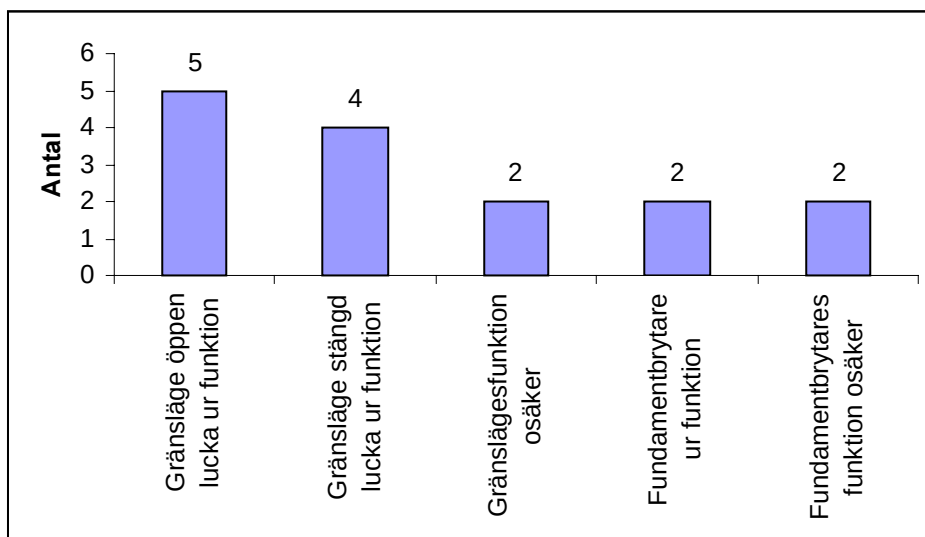
konstruktionslösning, som är relativt vanligt förekommande är inbyggd gränslägesfunktion i lucklägesgivare.



Figur 5.14 Fördelning av påpekanden om fel och brister p.g.a. felaktig konstruktionslösning.

5.3.7 Fungerar ej eller osäker funktion

Figur 5.15 visar sammanställning från besiktningsrapporternas påpekanden där det utan närmare förklaring till grundorsak konstateras att gränslägen och fundamentbrytare inte fungerar eller har osäker funktion.



Figur 5.15 Fördelning av påpekanden om utebliven eller osäker funktion.

5.3.8 Påverkanssystem

Besiktningsrapporterna från 1999-2002 innehåller 3 påpekanden om fel och brister för gränslägesbrytares påverkanssystem. Fungerande påverkanssystem har avgörande betydelse för gränslägesfunktionen. De påpekanden som förekommer är:

- Anslag mot övre gränsläge har för liten anslagsyta
- Mekaniskt gränsläge fjädrar
- Armen som påverkar gränsläget har lossnat

6 Rekommendationer

6.1 System- och konstruktionslösningar

Enligt RIDAS – Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet skall ”avståndsmanövrerad avbördningsanordning förses med system som säkerställer att den ej passerar sina yttre lägen”. Riktlinjerna ställer även krav på att system för avbördningsfunktioner förses med relevanta funktioner för manöver och indikering mot/till operatör [2].

Kraven innebär att alla utskov, förutom sådana utskov som inte är anslutna till någon typ av automatik eller KAS (katastrofskydd) och endast är försedda med närmanöver, skall förses med gränslägen. Om utskovet endast närmanövreras men är utrustat med maskinell drivutrustning är det ändå lämpligt att förse utskovet med gränslägen för att undvika risk för skador på lucka eller drivutrustning.

För att avgöra behovet och kraven på gränslägen bör ett riskanalysbaserat betraktelsesätt användas där hänsyn tas till aktuell typ av lyftanordning och konsekvenser av fel i gränslägesfunktion. Fel i gränslägesfunktionen för avståndsmanövrerade utskov riskerar att leda till allvarliga följdskador i avbördningsfunktionen, som i sin tur kan äventyra dammsäkerheten. Med hänsyn till kunskapen om felfrekvenser för gränslägen dras slutsatsen att om dammsäkerheten är beroende av fungerande gränslägen skall lösningar som minimerar konsekvensen av felfunktion i ett gränsläge eftersträvas. Lösningar som reducerar konsekvenser av felfunktion i gränslägen kan vara dubblering av gränslägen, fundamentbrytare för mekaniska lyftanordningar och tryckbegränsning för hydrauliska lyftanordningar. I nedan presenterade förslag till bestyckning av typlösningar har hänsyn tagits till olika typer av lyftanordningar och konsekvenser av bristande gränslägesfunktion.

Vid val av konstruktionslösning för gränslägen har lucktyp, luckans lyftanordning och manöversystem betydelse. Luckans manöversystem och lyftanordningar påverkar behovet av gränslägen och eventuella behov av dubblerade system. Lucktypen påverkar främst möjligheterna att finna lämpliga konstruktionslösningar.

Allmänt gäller att gränslägen som tar sin funktion från lucklägesgivare skall undvikas.

Utifrån de val och överväganden som görs för utskovets systemkonstruktion kan behovet av gränslägen formuleras i följande huvudgrupper eller typlösningar.

6.1.1 Typlösning för avståndsmanövrerat utskov med kuggstångsspel

Avståndsmanövrerade utskov med kuggstångsspel ställer höga krav på gränslägesfunktion vid öppna och stänga manöver. Utebliven gränslägesfunktion kan leda till stora mekaniska skador som påverkar dammsäkerheten. Felmonterade gränslägen för öppna manöver påverkar dammsäkerheten genom minskad avbördningskapacitet.

Konstruktionslösningen bör innehålla dubblerade seriekopplade gränslägen för öppna manöver. Dubblering av gränsläge för öppna lucka motiveras av felfrekvensen för gränslägen och att gränsläge för öppna lucka sällan eller aldrig funktionsprovas. Direkt påverkan från luckrörelsen bör eftersträvas och om påverkanssystemet är indirekt skall dubblering göras med skilda påverkanssystem.

För stänga manöver bör förutom luckans gränsläge finnas fundamentbrytare för minimering av konsekvenser vid utebliven gränslägesfunktion. Direkt påverkan från luckrörelsen bör eftersträvas samtidigt som hänsyn tas till möjligheten att praktiskt arrangera så att gränslägesbrytaren placeras i en acceptabel miljö med hänsyn till fukt, isbildning och förekomst av främmande föremål.

Fundamentbrytare bör utrustas så att felsignal erhålles vid utlösning.

6.1.2 Typlösning för avståndsmanövrerat utskov med skruvspel

Avståndsmanövrerat utskov med skruvspel för drivning av lucka ställer höga krav på gränslägesfunktion vid öppna och stänga manöver. Utebliven gränslägesfunktion kan leda till stora mekaniska skador som påverkar dammsäkerheten.

Konstruktionslösningen bör innehålla dubblerade seriekopplade gränslägen för öppna manöver. Dubblering av gränsläge för öppna lucka motiveras av felfrekvensen för gränslägen och att gränsläge för öppna lucka sällan eller aldrig funktionsprovas. Direkt påverkan från luckrörelsen bör eftersträvas och om påverkanssystemet är indirekt skall dubblering göras med skilda påverkanssystem.

Om konstruktionen tillåter bör det förutom luckans gränsläge för öppna och stänga finnas momentbrytare för minimering av konsekvenser vid utebliven gränslägesfunktion. Luckans gränslägen skall ha direkt påverkan från luckrörelsen vilket normalt inte är svårt att åstadkomma för de lucktyper där skruvspel mestadels förekommer.

6.1.3 Typlösning för avståndsmanövrerat utskov med linspel

Avståndsmanövrerat utskov med lyftanordning i form av linspel ställer höga krav på gränslägesfunktion vid öppna och stänga manöver. Utebliven gränslägesfunktion vid öppna manöver kan leda till mekaniska påfrestningar och vid stänga manöver kan missat gränsläge medföra fortsatt linutmatning som i förlängningen kan leda till linbrott. I båda fallen påverkas dammsäkerheten av bristande gränslägesfunktion.

Konstruktionslösningen bör innehålla dubblerade seriekopplade gränslägen för öppna manöver och gränsläge för stänga manöver. Dubblering av gränsläge för öppna lucka motiveras av felfrekvensen för gränslägen och att gränsläge för öppna lucka sällan eller aldrig funktionsprovas. Om konstruktionen tillåter bör det förutom luckans gränsläge för öppna och stänga finnas slaklinebrytare alternativt spindelgränsläge för minimering av konsekvenser vid utebliven gränslägesfunktion. Möjligheten till övervakning av luckläge jämfört med linutmatning bör övervägas.

För utskovsluckor med linspel är det särskilt viktigt att gränslägets funktion tas direkt från luckrörelsen. Beröringsfria givare bör undvikas till dess att ytterligare erfarenheter från luckor med andra lyftanordningar inhämtats och analyserats.

6.1.4 Typlösning för avståndsmanövrerat utskov med hydraulisk lyftanordning

Avståndsmanövrerade utskov med hydrauliska lyftanordningar för drivning av lucka vid öppning och stängning ställer normala krav på luckans gränslägesfunktion förutsatt att hydraulsystemet är försett med korrekt inställd och dimensionerad överströmningsventil, sprängbleck eller tryckbrytare. Utebliven gränslägesfunktion i kombination med ej fungerande tryckbegränsning i hydraulsystemet kan leda till stora mekaniska skador som påverkar dammsäkerheten.

Konstruktionslösningen bör innehålla gränslägen för öppna och stänga manöver. Direkt påverkan på gränsläge från luckrörelse bör eftersträvas.

Hydraulsystemet bör förses med tryckbrytare som påverkar hydraulmotorn för tryckbegränsning och undvikande av följdskador vid bristande gränslägesfunktion.

Tryckbrytarens funktion för systemet skall vara dokumenterad så att besiktning och funktionsprovning kan göras enligt motsvarande rutiner som för övriga gränslägen.

6.1.5 Typlösning för närmanövrerat utskov med drivmotor

Närmanövrerade utskov utrustade med lyftanordning som drivs av drivmotor ställer normala krav på gränslägesfunktion för undvikande av skador på lucka och drivsystem. Utebliven gränslägesfunktion kan inte anses påverka dammsäkerheten då problem som kan uppstå åtgärdas manuellt på plats.

Konstruktionslösningar innehåller lämpligen enkla gränslägen för öppna och stänga manöver.

6.2 Krav som bör ställas på gränslägen

Vid implementering av en typlösning eller utvärdering av en befintlig lösning finns det krav på konstruktion, på komponenter och på underhållsfrågor att ta hänsyn till för en säker avbördningsfunktion. Nedanstående krav är en sammanställning av samlade erfarenheter och direkt angivna krav i RIDAS och dess tillämpningsanvisningar.

6.2.1 Konstruktionskrav

- Konstruktionen skall vara sådan att gränslägets funktion tas så direkt som möjligt från själva luckrörelsen.
- Vid införande av påverkansdon i form av långa och veka stag skall hänsyn tas till risken för att även små krafter kan rubba påverkansdonet så att önskad funktion på gränsläget förloras.
- Gränslägesbrytaren skall skyddas för påverkan från regn, snö och is.
- Konstruktionen skall medge åtkomlighet för tillsyn och provmanöver.

- Förskruvningar på gränslägesbrytarens ovansida skall undvikas eftersom det kan leda till att fukt tränger in i gränslägesbrytaren. Konstruktionen skall vara sådan att vatten inte kan rinna efter kabeln och på så sätt via förskruvningen tränga in i gränsläget.
- Gränslägesbrytaren bör förses med mekanisk skyddsanordning för undvikande av oavsiktlig mekanisk beröring.
- Slaklinebrytare utformas så att stabil funktion erhålles vid manövrering.
- Val av komponenter och övervägande av överspänningsskydd görs med hänsyn till förekomst av överspänningar/åska.
- Elkonstruktionen skall vara utförd så att systemet klarar att utsättas för jordfel med avseende på bibehållen funktion och övervakning.
- Likströmssystem med lägre spänning än 110V bör undvikas med hänsyn till känslighet för smuts, partiklar etc.
- Hänsyn tas till att avbördningsanordningar utsätts för en miljö med hög luftfuktighet och aggressiv atmosfär i utomhusmiljö, vilket leder till mycket hög korrosivitet (motsvarande korrosivitetsklass C5-I för stålkonstruktioner).
- Åtgärder för undvikande av spaltkorrosion och bimetallkorrosion bör vidtas.
- Nollspänningsövervakning bör finnas i manöver-, indikerings- och kraftkretsar.
- Fundamentbrytare skall vara övervakade och vid aktivering larma överordnade system.

6.2.2 Komponentkrav

- Standardiserade komponenter väljes i så stor utsträckning som möjligt.
- Skydds- och kapslingsklass bör för gränslägen monterade utomhus vara IP65 eller högre.
- Om manöverdon med arm väljs för mekanisk gränslägesbrytare, skall den vara utformad så den inte riskerar att deformeras, fjädra eller att lossna vid anslag eller av annan anledning.
- För mekaniska gränslägesbrytare görs en avvägning mellan fysisk storlek, för erhållande av mekanisk stabilitet, och apparatens hysteres som ökar med storleken.
- Hänsyn tas till vilket temperaturområde komponenten behöver arbeta inom. RIDAS tillämpningsanvisningar anger -40°C till $+40^{\circ}\text{C}$ för dimensionering av temperaturlaster på utskovsluckor, vilket kan ses som en jämförelse snarare än ett absolut krav. Få givare klarar det angivna temperaturområdet och förutsättningarna skiljer från anläggning till anläggning.
- Om induktiva givare väljs rekommenderas epoxifyllda givare för undvikande av problem med kondens i givaren.
- Vid val av induktiva givare skall givare avsedda att användas i industrimiljö väljas. De är normalt försedda med transientskydd mot vanligen förekommande transienter.
- Överspänningsskydd rekommenderas för induktiva givare. Exempelvis bör en induktiv givare med 2-ledarsystem skyddas med ett signalskydd placerat så nära givaren som möjligt. Matningsspänningen bör lokalt skyddas med ett apparatskydd anpassat för aktuell spänning.

6.2.3 Krav på drift, tillståndskontroll och underhåll

Detta avsnitt redogör först kortfattat för på vilket sätt gränslägen i avbördningsanordningar berörs i det program och de riktlinjer som RIDAS anger för drift, tillståndskontroll och underhåll. Därefter ges en beskrivning av samlade erfarenheter som bör tillvaratas för effektiv drift, tillståndskontroll och underhåll av gränslägen.

I dammens drift ingår funktionsprovning av luckor vilket också innefattar gränslägen. Det finns i RIDAS krav på att driftinstruktionen skall ange omfattning och frekvens för luckornas funktionsprovning och i RIDAS tillämpningsanvisningar kap 4.5.3 anges att funktionsprovning bör ske årligen. Vidare bör manöverprov från stängd till fullt öppen lucka ingå i funktionsprovningen och om luckan ur driftsynpunkt ej går att manövrera får gränslägesfunktionen provas på annat sätt. För dammägarens tillståndskontroll anger RIDAS ett konsekvensklassberoende program för att övervaka och kontrollera dammens tillstånd.

Tabell 6.1 Tillståndskontroll enligt RIDAS [2].

Konsekvensklass Tillståndskontroll	1A	1B	2
Driftmässig tillsyn	Fortlöpande	Fortlöpande	Fortlöpande
Dammätning	Fortlöpande	Fortlöpande	Fortlöpande
Inspektion	2 gånger/år	2 gånger/år	1 gång/år
Besiktning	1 gång/3 år	1 gång/6 år	1 gång/6 år
FDU	1 gång/15 år	1 gång/24 år	1 gång/30 år

RIDAS tillämpningsanvisningar kapitel 4.6 beskriver närmare de olika programpunkterna. Tillståndskontroll av gränslägen ingår vid driftmässig tillsyn, inspektioner, besiktningar och genomförande av FDU.

För underhållsåtgärder poängterar RIDAS tillämpningsanvisningar vikten av att avbördningsanordningar, inklusive gränslägen, inspekteras och om möjligt funktionsprovas efter genomförda åtgärder.

Samlade erfarenheter för effektiv drift, tillståndskontroll och underhåll för gränslägen är:

- Regelbunden funktionskontroll, antingen genom fullskaleprov eller petprov för att undvika att gränslägesbrytaren hänger sig.
- Fullskaleprov skall alltid eftersträvas då det är enda sättet att kontrollera hela gränslägesfunktionen.
- Kontroll av gränsläge för öppen lucka skall innefatta kontroll så att luckans öppning motsvarar dokumenterad avbördningskapacitet och att inga hinder finns för luckans manöver innan den når sitt gränsläge.
- Särskild uppsikt över gränslägesbrytare för öppen lucka som sällan eller aldrig motioneras, förutom vid funktionskontroll.
- Särskild uppmärksamhet och kontroll av gränslägesfunktioner efter genomförande av underhållsåtgärder. Driftsättningsprov skall genomföras efter

alla arbeten som kan påverka gränslägesfunktionen. Exempel på sådan arbeten är blästring och målning.

- Kontroll av gränslägets justering i förhållande till dess påverkanssystem.
- Uppsikt över åldrat gummi i förskruvningar.
- Dokumentation av tryckbrytare för möjliggörande av besiktning och provning.
- Dokumentation över ursprunglig konstruktion, ex fundamentbrytare så att viktiga konstruktionsprinciper inte byggs bort vid underhållsarbeten. Till exempel har ersättning av brottbultar eller för hård åtdragning av tallriksfjädrar förekommit.
- Uppmärksamhet på korroderade fjädrar för fundamentbrytare.

6.3 En typisk lösning - utvärdering av ett exempel för befintlig anläggning

För att illustrera hur utvärdering kan göras gentemot mot de krav som bör ställas på gränslägen görs nedan en beskrivning av en befintlig lösning med kommentarer kopplade till kraven som bör ställas.

6.3.1 Lucktyp och manövrering

Det studerade utskovet är en segmentlucka där drivning av luckan sker med en växelströmsmotor via ett kuggstångsspel. Manöver kan ske manuellt från Driftcentral, från kraftverkets kontrollrum eller från luckmaskineriets spelkur samt automatiskt via lokal vattennivåregulator eller via överdämningsskydd (KAS).

Utskovet är således ett avståndsmanövrerat utskov med kuggstångsspel, vilket leder till höga krav på gränslägen för såväl öppna som stänga manöver.

6.3.2 Beskrivning av befintlig lösning och jämförelse med krav

Utskovsluckan har totalt fem gränslägen, varav två är så kallade fundamentbrytare. Manöverspänningen är 230V AC och saknar övervakning.

Utvärdering: Föreslagna krav uppfylls ej då övervakning av manöverspänning saknas.

Manöverspänningen är växelspanning vilket innebär att det inte finns anledning att förvänta sig livslängdsproblem på grund av förstörda kontakter.

Gränsläge 1 för "öppen"

Fabrikat/typ: ASEA typ AGK 12 D

Kapsling: Metall, kapslingsklass okänd.

Manöverdon: Dubbla armar med rullar.

Placering: Monterad på luckspelet i spelkur, indirekt påverkan från luckans rörelse.

Gränsläge 2 för "öppen"

Fabrikat/typ: Telemecanique typ okänd.

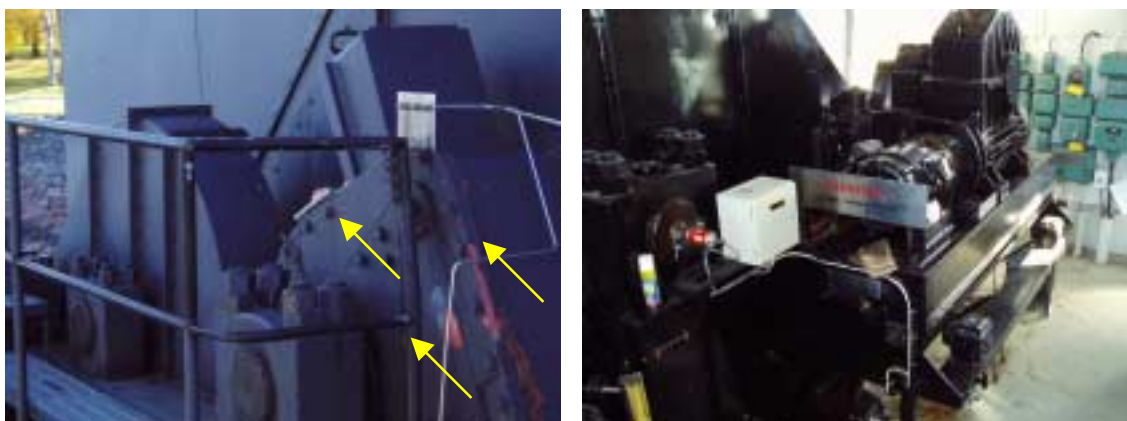
Kapsling: Metall, kapslingsklass okänd.

Manöverdon: Enkel arm med rulle.

Placering: Monterad ute vid kuggstång, direkt påverkan från luckans rörelse.

Funktion: Två gränslägen kopplade i serie med uppgift att stoppa luckans rörelse vid fullt öppet läge. Det räcker med att ett gränsläge aktiveras för att bryta luckans manöver.

Utvärdering: Gränsläge för "öppen" uppfyller de ställda kraven med dubblade seriekopplade gränslägen. Två gränslägen kopplade i serie innebär att det räcker med att ena gränsläget aktiveras för att bryta luckans manöver. Ena gränsläget påverkas direkt av luckrörelsen medan det andra är monterat på luckspelet inne i spelkuren, vilket ger en indirekt påverkan från luckans rörelse. Gränsläge 1 är av den äldre mekaniskt robusta typen. I detta fall kan det finnas anledning att närmare undersöka om gränslägets hysteres inneburit att man efter öppna manöver fått problem med åter kunna stänga luckan igen. Kapslingsklass och arbetstemperaturområde är mindre kritiskt för gränsläge 1 på grund av placering i spelkur. Om denna typ av gränsläge varit placerad utomhus hade det varit mycket viktigt att undersöka tätningens skick och om den gamla tätningen är utbytt. För väl underhållna och uppsmörjda gränslägen av denna typ finns inte anledning att förvänta annat än fortsatt lång livslängd. Gränsläge 2 är av mindre mekaniskt robust typ jämfört med gränsläge 1. Särskild uppmärksamhet bör ägnas åt justering och funktion för gränslägets påverkansarm. Om gränsläget sällan motioneras finns risk för uppkomst av mekanisk tröghet i gränslägesbrytaren. Kapslingsklass och arbetstemperaturområde är okända, men får förmodas vara anpassade till anläggningens eftersom det inte finns några kända komponentproblem.



Figur 6.1 Gränsläge för öppen utskovslucka placerad vid kuggstång. Gränslägen för öppen respektive stängd lucka placerade inne i spelkur.

Gränsläge för "stängd"

Fabrikat/typ: ASEA typ AGK 12 D.

Kapsling: Metall, kapslingsklass okänd.

Manöverdon: Dubbla armar med rullar.

Placering: Monterad på luckspelet i spelkur, indirekt påverkan från luckans rörelse.

Funktion: Ett gränsläge med funktion att stoppa luckans rörelse vid stängt läge. Indikering av stängt läge används även för besked "lucka stängd" till stationsdator samt för blockering av mätvärde från lucklägesgivare.

Utvärdering: Gränsläge för "stängd" uppfyller tillsammans med fundamentbrytare de ställda kraven. Det är mindre lämpligt att det ensamma gränsläget har en indirekt påverkan från luckans rörelse. Själva gränslägesbrytaren är av den äldre mekaniskt robusta typen. Om läckage eller nedisning vintertid förekommer i utskovet kan detta vara ett tecken på att gränslägesbrytarens hysteres är för stor eller att en justering behöver göras.



Figur 6.2 Gränsläge stängd utskovslucka.

Gränslägen för fundamentbrytare

Fabrikat/typ: ASEA typ AGTA 21

Kapsling: Metall, kapslingsklass okänd.

Manöverdon: Intryckbar plunge

Placering: Monterade på lagerbockar, ett för vardera sida av luckan.
Den ena lagerbocken finns i en spelkur den andra utomhus.

Funktion: Två gränslägen kopplade i serie med funktion att stoppa luckans rörelse vid stängning (figur 6.3). Det räcker med att ett gränsläge aktiveras för att bryta luckans manöver. Lagerbockarnas infästning i fjäderförbanden tillåter att lagerbockarna lyfter vid en viss kraft och förhindrar mekaniska skador om luckan utsätts för onormala krafter. När lagerbockarna lyfter påverkas vinkeln för den ledade påverkansarmen som är fäst i fundamentet. Vinkeländringen gör att gränslägets intryckbara plunge påverkas av skruven på den ledade armen. Gränslägena är övervakade och ger vid aktivering ett larm på lokal larmtablå samt ett summalarm till stationsdator.

Utvärdering: Uppfyller de ställda kraven, utlösning av fundamentbrytare är övervakad. Utskovet är försett med en fundamentbrytare för respektive lagerbock och det räcker att en av fundamentbrytarna aktiveras för att bryta luckans manöver. På bilderna ser det ut som att målningsarbeten genomförts efter montering av gränslägesbrytarna. I det aktuella fallet visade det sig att själva manöverdonet hade skyddats från målarfärg. Normalt skall funktionsprov av gränslägen göras efter målnings och blästringsarbeten, men om osäkerhet råder bör funktionsprov genomföras.



Figur 6.3 Fundamentbrytare.

7 Slutsatser

Lång erfarenhet av beprövade lösningar med mekaniska gränslägesbrytare talar för att dessa även i framtiden ofta kommer att väljas för gränslägen i avbördningsanordningar. Vid genomgång av besiktningsrapporter visar det sig att inställningsfel, underhållsproblem och konstruktionsfel är de vanligaste problemen i gränslägesfunktionen.

Mekaniska underhållsproblem för gränslägesbrytare, som att gränslägesbrytare kärvar och behöver smörjas står för en väsentlig del av besiktningsrapporters anmärkningar. Om induktiva givare kan möta övriga krav innebär tekniken att dessa problemområden kan reduceras utan ökade underhållsinsatser. Tidigare erfarenheter av induktiva givare har varit negativa, men tekniken har förbättrats sedan dessa erfarenheter gjordes. Förutsättningarna för att finna tillfredsställande lösningar med induktiva givare förefaller som goda. Induktiva givare framstår idag som ett realistiskt alternativ om de används tillsammans med överspänningsskydd. Erfarenhetsåterföring för de utskov där induktiva givare nyligen har installerats kan ge ytterligare svar på om kraven, som ställs på gränslägen i avbördningsanordningar kan uppfyllas.

Erfarenheterna är goda för äldre typer av mekaniskt robusta gränslägesbrytare förutsatt att apparatens hysteres kan accepteras i den aktuella tillämpningen. Många gånger kan renovering av sådana gränslägesbrytare vara både kostnadsmässigt och funktionsmässigt attraktivt.

Motstridiga krav mellan direkt funktion för gränslägets påverkan från luckrörelsen och önskemål om att så långt som möjligt skydda gränslägesbrytaren från påverkan av väder och vind leder vid besiktningar till påpekanden om fel och brister. Prioriteringen av de motstridiga kraven måste göras specifikt för varje anläggning. Placering av gränslägen så att de är svåra att underhålla och inbyggda gränslägen i lucklägesgivare är mer vanligt förekommande än andra konstruktionsfel.

Osäker funktion av gränsläge på grund av felaktig inställning är ett vanligt påpekande vid dammbesiktningar och kan förekomma oavsett givartyp. Felaktig inställning upptäcks genom provmanöver av lucka och förebyggs genom konstruktionslösningar där påverkansdonets rörelsebana inte riskerar att förändras i förhållande till den ursprungliga eller genom att förändringar kan upptäckas och kompenseras.

I samband med besiktning bör en genomgång av anläggningsdokumentationens hydraulschema konstatera förekomsten av tryckbrytare. Om systemet är försett med tryckbrytare är det lämpligt att undersöka och verifiera funktion och inställningsvärden.

Fundamentbrytare är svåra att funktionsprova och därför är det särskilt viktigt att uppmärksamhet ägnas vid upprustningar och besiktningar så att fundamentbrytarens ursprungliga funktion inte försämras på grund av byte av vitala komponenter eller bristande underhåll. Övervakning för utlösning av fundamentbrytare saknas ofta vilket kan påverka avbördnings säkerheten genom utskovsluckors manöverbarhet.

8 Referenser

- [1] VASO, "Utskovsluckors funktionssäkerhet", VASO dammkommittés rapport nr 7, 1995.
- [2] RIDAS Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet, Svensk Energi, juni 2002
- [3] RIDAS Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet - Tillämpningsanvisningar, Svenska Kraftverksföreningen, april 2000
- [4] Lewin J; "Hydraulic gates and valves in free surface flow and submerged outlets", Second Edition, Thomas Telford, Great Britain, 2001
- [5] ABB Handbok Industri, ABB, Västerås, 1993
- [6] Lagerholm S; "Dammar och dammsäkerhet", KTH-VASO, mars 1999
- [7] Piirainen T, Messing L-M; "Mekaniska svagheter utskovsluckor", ELFORSK, 2002
- [8] Tillämpliga SS och IEC normer

Bilagor

A Checklista för projektering och konstruktion

Checklistan är avsedd som ett stöd för utformning av gränslägesfunktionen i samband med projektering och konstruktion vid upprustning eller nykonstruktion av utskov. Checklistan består av ett antal kontrollfrågor inom de områden som har diskuterats i rapporten. Checklistan har inte för avsikt att leda till en färdig konstruktion utan att visa på vilka områden konstruktören bör ägna särskild omsorg.

Utskovslucka

- Vilken typ av utskovslucka är det?
- Vilken typ av drivsystem har luckan?
- Ska luckan avståndsmanövreras eller styras av automatik?

Miljö

- Kommer utrustningen att utsättas för fukt/regn/snö/is?
- Vilka temperaturer utsätts utrustningen för?
- Vilken risk löper utrustningen att utsättas för mekanisk påverkan?
- Vilken risk löper utrustningen att utsättas för åskstörningar/transienta överspänningar?

Placering/antal

- Ska gränslägen/givare påverkas direkt eller indirekt av luckans rörelse?
- Behövs dubblerade gränslägen/givare i någon funktion?
- Bör de i så fall placeras på olika ställen eller använda olika "teknik"?
- Hur påverkar placeringen möjligheten att utföra besiktning/funktionskontroll?

Hjälpkraftssystem

- Vilka manöver- och indikeringsspänningar är tillgängliga?

Övervakning/signaler

- Vilka krav ställs på övervakning och signaler lokalt/fjärr?

Apparatval

- Vilken typ av apparat/teknik lämpar sig bäst för gränslägesfunktionerna?

Gränslägen

- Vilken skyddsklass/kapslingsklass krävs?
- Vilket temperaturområde krävs?
- Vilken typ av manöverdon är lämplig?
- Vilka kontaktfunktioner behövs?
- Vilka kontaktdata krävs?

Beröringsfria givare

- Vilken skyddsklass/kapslingsklass krävs?
- Vilket temperaturområde krävs?
- Vilket känslavstånd är aktuellt?
- Vilket material ska givaren monteras i?
- Vilken är maximal belastningsström?
- Behövs extra skydd mot transienta överspänningar?
- Behövs apparat/komponentövervakning?



ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30. Telefax 08-677 25 35
www.elforsk.se