

Forskning

Vägledning för insatsplanering i kärntekniska anläggningar

Tommy Magnusson
Maria Ekdahl

Juni 2008

SKI-perspektiv

Bakgrund

Tidigare erfarenheter har visat att problem har uppstått med att utföra brandsläckinsatser vid brandtillbud i kärnkraftverk, en sådan erfarenhet finns att hämta från branden i ett ställverksrum 2005 i Forsmark 2. Denna händelse har triggat ansvariga för brandskyddet hos tillståndshavarna och Räddningstjänsterna i kärnkraftkommunerna att utreda orsakerna till varför nödvändiga släckinsatser kan ta lång tid att genomföra.

Syfte

Insatsplanering syftar till att planera insatsen så att insatspersonalen har ett bra och aktuellt stöd för att kunna ta beslut och påbörja en släckinsats. Insatslayouter, symboler på en ritningsgrund, ger riskinformation och insatsinformation. Insatsinformationen visar yttre anordningar, manöverdon, brandinstallationer, passivt brandskydd etc. Riskinformationen visas med hjälp av risksymboler och deras syfte är att ge en snabb överblick av åtgärdsprioriteringen av vilka befintliga risker som finns.

Reaktorsäkerhetspåverkan är det styrande om insats måste göras för att säkerställa påverkan på tredje man.

Dokumentet är framtaget som ett projekt inom NBSG. Studien som denna vägledning baserar sig på har utförts med Ringhals som modell, men syftet är att rapporten i tillämpliga delar ska kunna användas i alla kärntekniska anläggningar, där av namnet vägledning i rapportrubriken. Arbetet har genomförts i nära samarbete med de svenska kärnkraftverken och räddningstjänsterna i kärnkraftskommunerna Östhammar, Oskarshamn, och Varberg.

Resultat

Vägledningsdokumentet ger en processbeskrivning för att utforma systemet för insatsplanering, däremot inte att skapa färdiga instruktioner och layouter. Ett stöd för att planera insatsen är information om olika typbränder. Typbrand är en enkel beskrivning av hur en viss typ av brand kan utvecklas och dess eventuella risker samt val av släckmedel och -metod. Olika sorters typbränder beskrivs i bilaga 6. Utbildning av drift- och ledande insatspersonal är en viktig faktor för att en insatssituation skall kunna hanteras så effektivt som möjligt.

Effekt på SKI:s verksamhet

Dokumentet ger väsentlig information om hur erfarenheter tagits tillvara från vardagliga driften och utvecklingsprojekt om brandskydd och –tillbud och om sådant som tidigare inte fungerat som förväntat. Rapporten ger goda insikter för tillsynen om vad som måste fungera väl vid släckinsatser, oberoende av om dessa är stora som små.

Fortsatt verksamhet inom området

Inom Nationella Brandsäkerhetsgruppen (NBSG) pågår flera relaterade utvecklingsprojekt, som på sikt bedöms få väsentlig betydelse för förståelsen av bränder och brandrisker och hur försvaret mot dessa skall skötas.

Projektinformation

SKI:s handläggare för projektet har varit Ralph Nyman enhet R-A.

SKI-referens: SKI 2006/200

Projektnummer: 200602004

NBSG projekt 20#1

Tidigare lägesrapporter/slutrapporter som kommit fram inom projektets ram är bl.a.

- SKI Rapport 2006:29 Bränder i Driftrum, insatsplaner, släckteknik, risker.

Forskning

Vägledning för insatsplanering i kärntekniska anläggningar

Tommy Magnusson
Maria Ekdahl

Ringhals AB
SE 43022 Väröbacka

Juni 2008

Denna rapport har gjorts på uppdrag av Statens kärnkraftinspektion, SKI. Slutsatser och åsikter som framförs i rapporten är författarens/författarnas egna och behöver inte nödvändigtvis sammanfalla med SKI:s.

Sammanfattning - Vägledning för insatsplanering i kärntekniska anläggningar

Dokumentet är framtaget som ett projekt inom NBSG.

Studien har utförts med Ringhals som modell, men syftet är att rapporten i tillämpliga delar ska kunna användas i alla kärntekniska anläggningar.

Arbetet har genomförts i nära samarbete med de svenska kärnkraftverken och räddningstjänsterna i kärnkraftskommunerna Östhammar, Oskarshamn, och Varberg samt de interna räddningstjänsterna på kraftverken.

Ett dokument ges också ut av NBSG som ger ytterligare vägledning vid insatser av de typbränder som anges i bilaga 6.

Efter en brand i ett ställverksrum 2005 uppmärksammades återigen behovet av att effektivisera befintlig insatsplanering vid kärnkraftsverk.

Insatsplanering syftar till att planera insatsen så att insatspersonalen har ett bra och aktuellt stöd för att kunna ta beslut och påbörja insatsen. Insatslayouter, symboler på en ritningsgrund, ger riskinformation och insatsinformation. Insatsinformationen visar yttre anordningar, manöverdon, brandinstallationer, passivt brandskydd etc.

Riskinformationen visas med hjälp av risksymboler, deras syfte är att ge en snabb överblick av åtgärdsprioriteringen av vilka befintliga risker som finns. Reaktorsäkerhetspåverkan är det styrande om insats måste göras för att säkerställa påverkan på tredje man. För att kunna göra insats i ett utrymme kan personrisker för insatspersonal såsom spänningsrisker, radiologiska risker, kemikalier samt gasflaskor behöva elimineras. För komplicerade insatser behövs detaljerade instruktioner för att hantera specifika risker. Ett samråd värderar vilka problematiska insatser som kräver en detaljerad instruktion. Insatser som analyseras i samrådet är: brand kan påverka reaktorsäkerheten, brand kan hota den strukturella integriteten, kemikalieutsläpp med stor konsekvens på miljö/tredje man samt hantering av gassystem.

Ett stöd för att planera insatsen är information om olika typbränder. Typbrand är en enkel beskrivning av hur en viss typ av brand kan utvecklas och dess eventuella risker samt val av släckmedel och metod. Typbränderna se bilaga 6.

Utbildning av drift- och insatspersonal är en viktig faktor för att en insatssituation skall kunna hanteras så effektivt som möjligt.

Typbränder inom kärnkraften se bilaga 6 beskrivs brandfenomenen som kan förväntas uppkomma inom kärntekniska anläggningar.

Summary-Guidance for emergency planning in nuclear power plants.

The document is produced by NBSG.

Ringhals has been a model for this study, but the purpose has been to make the report applicable at all nuclear power plants in Sweden.

The work has been done in close co-operation with the Swedish nuclear power plants and Rescue Services in the nuclear power municipalities Östhammar, Oskarshamn, and Varberg. The internal fire brigade at the nuclear power plants has also been involved.

A document will also be published by the NBSG as a further guidance at efforts of the type fires, which are mentioned in the enclosed document.

After a fire in a switchgear room in 2005 the need of making the existing effort planning more effective at nuclear power plants was observed.

The idea of with the planning is to plan the effort in order to give the operational and emergency staff a good and actual support to come to a decision and to start the mission without delay. The risk information is showed by planning layouts, symbols and drawing is basis, give risk information and effort information. The effort information shows outer arrangements, manual action points, fire installations, passive fire safety etc. The risk information is shown by risk symbols. Their purpose is to give a fast overview of the existing risks. Reactor safety influence is the ruling influence if an effort has to be done in order to secure effort on a third person. In order to make an effort in an area personal risks for effort staff, such as electricity risks, radiological risks, chemicals and gas bottles with compressed gases, has to be eliminated. For complicated mission detailed instructions are needed in order to handle specific risks. In a group discussion with different people with different knowledge has to value which problematic efforts needing a detailed instruction. Missions that have to be analyzed in a work group as above are: fire may affect the reactor safety, fire that may threaten the structural integrity, chemical discharge with big consequence on environment/third person and handling of gas system (compressed systems).

A support to plan the missions is information of different type fires. Type fire is a short description of how a certain type of fire may be developed and if possible its risks and also choice of extinguishing agents and methods. The type fires will be found in the enclosure no 6.

Education of operation and effort staff is an important factor in order to handle a situation as effective as possible. In Type Fires within the Nuclear Power (please see enclosure No 6) is fire phenomenon, which might arise within nuclear power plans, described.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Syfte	1
1.2 Metod	1
1.3 Avgränsningar	1
2. Insatsplanering	2
2.1 Processbeskrivning	2
2.1.1 Informationsgången vid insats.....	2
2.1.2 Informationshantering vid insatsplaneringens uppbyggnad:.....	3
3. Insatslayout	4
3.1 Nivåer.....	4
3.2 Lager	5
3.3 Utformning.....	5
3.3.1 Krav på läsbarhet.....	5
3.4 Layouternas innehåll	6
3.5 Symbolbibliotek	7
3.5.1 Allmänna symboler	7
3.5.2 Varningssymboler.....	8
3.5.3 Utformning av varningssymboler.....	8
3.5.4 Klassificering av varningssymboler	9
3.5.5 Informationshantering, basdatablad	10
4. Detaljerad instruktion	12
4.1 Framtagning av detaljerade instruktioner	12
5. Typbränder	13
5.1 Hantering av typbränder	14
6. Utbildning	14
6.1 Omfattning och frekvens.....	14
7. Referenser	14
Bilaga 1 - Begreppsordbok	16
Bilaga 2 - Symbolbibliotek, allmänna symboler	17
Bilaga 3 - Risksymboler	25
Bilaga 4 - Krav för fastsällande av risksymbolerna	26
Bilaga 5 – Layout	29
Bilaga 6 - Typbränder	30

1. Inledning

En brand ägde rum i ett ställverk vid Forsmark 2 den 1/7 2005, vid uppföljning av denna händelse identifierades brister i rutiner att hantera dessa typer av olyckor. Frågeställningar såsom insatstaktik, vilka risker som föreligger och val av släckmedel var några som framkom vid denna uppföljning. Med anledning av denna händelse initierades ett forskningsprojekt som resulterade i *Bränder i driftrum, SKI-rapport 2006:29* [1].

Den befintliga insatsplaneringen som idag finns på kraftverken uppfyller kraven i Lag (2003:778) om Skydd mot olyckor [2]. Rapporten *Bränder i driftrum* påvisade brister genom den inträffade händelsen i Forsmark, vilket resulterat i detta projekt för att effektivisera insatsplaneringen.

En begreppsordlista finns i Bilaga 1.

Projektet har genomförts under ledning av Ringhals brandingenjör Tommy Magnusson. Maria Ekdal med flera har som projektanställd på Ringhals medverkat vid framtagning av detta dokument.

1.1 Syfte

Syftet med detta styrdokument för insatsplanering är att presentera en metod för insatsplanering för att effektivisera insatser på kärnkraftverk.

1.2 Metod

Vid framtagning av styrdokumentet för insatsplanering studerades *Räddningstjänstens insatsplaner* [3] och *Gränssnittet mellan insatsstöd och dess användare* [4] med avseende på innebörden av insatsplanering.

Vidare analyserades behovet av vad insatsplaneringen skall generera, främst utifrån rapporten *Bränder i driftrum* [1].

Utformningen av insatslayouter med avseende på läsbarhet och visuella variablers betydelse har studerats i *Läsbarhet och förståelse av insatsplaner* [5].

1.3 Avgränsningar

Styrdokumentet ger en processbeskrivning för att utforma systemet för insatsplanering, inte färdiga instruktioner och layouter. De kompletta typhändelserna presenteras inte i detta dokument utan endast dess syfte och innehåll. Typhändelser se referens [13].

2. Insatsplanering

För att effektivisera insatserna behövs en god insatsplanering. Layouter med aktuellt underlag ger en riskbild och insatsinformation för att kunna påbörja insatsen i godtagbar tid. Utbildning av personal är även ett viktigt steg i insatsplaneringen, för att kunna tolka informationen på insatslayouterna samt hantera de risker som finns.

2.1 Processbeskrivning

Här beskrivs insatsplaneringens process, informationsgången vid insats samt hur uppbyggnaden av insatsplaneringen fungerar. Vidare i dokumentet beskrivs utformningen av detta system utförligare.

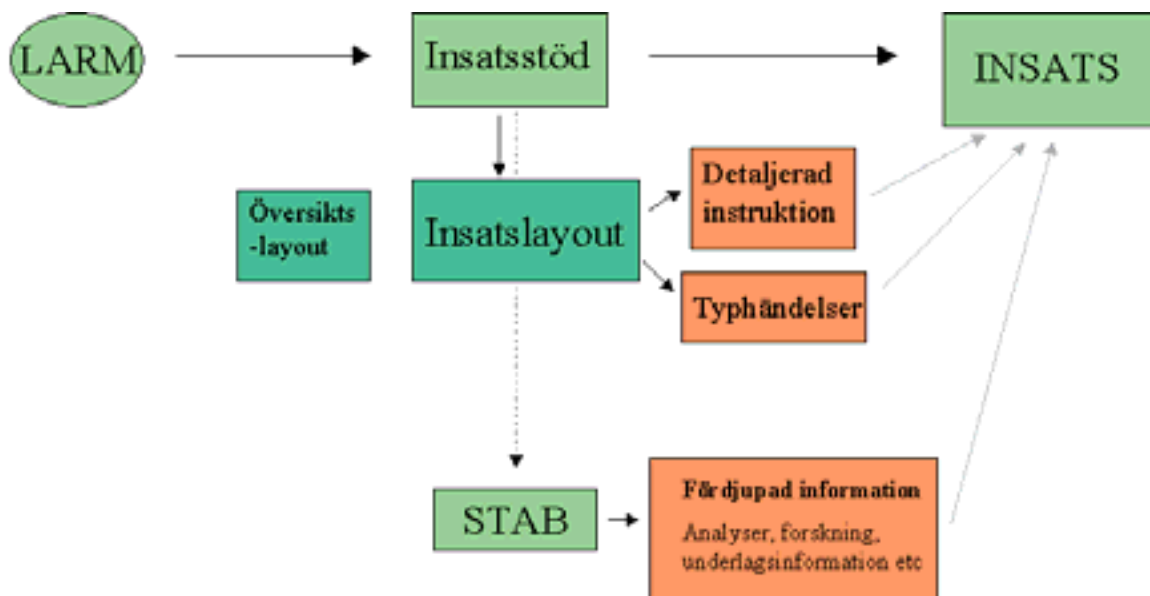
2.1.1 Informationsgången vid insats

För schematisk bild se figur 1.

Vid larm erhålls systemposition (rum) och på så sätt kan aktuell insatslayout plockas fram. För att erhålla snabbare och säkrare hantering av insatsplanerna bör dessa datoriseras. Vid behov för att hitta till det larmade utrymmet används en översiktslayout som överskådligt visar byggnader och portnummer samt angreppsvägar.

Insatslayouten, som är en ritning med symboler, visar en övergripande riskbild samt insatsinformation för att kunna planera och påbörja insats. Layoutens varningssymboler visar en åtgärdsprioriterad riskinformation över vilka risker som kan problematisera insatsen. Vid behov av insatskort kan layouten kompletteras med basdatabladet, vilket visar grundinformation till layouterna i textformat. I vissa fall där insatsen är problematisk behövs en detaljerad instruktion som ger utförlig information hur en specifik risk i ett utrymme skall hanteras.

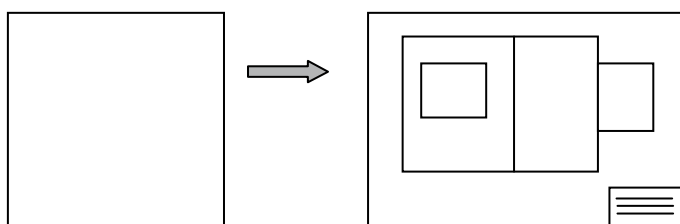
Information om typbränder ger en vägledning i att hantera insatsen. Denna information är kortfattad i textformat och beskriver kortfattat typhändelsen samt hantering av denna. För fördjupad information i ett stabsskede finns referenser till tidigare analyser och forskning hänvisat i typhändelserna. I stabsskedet kan underlagsinformation till insatslayouterna vara behjälpligt.



Figur 1: Schematisk bild för informationshantering vid insats.

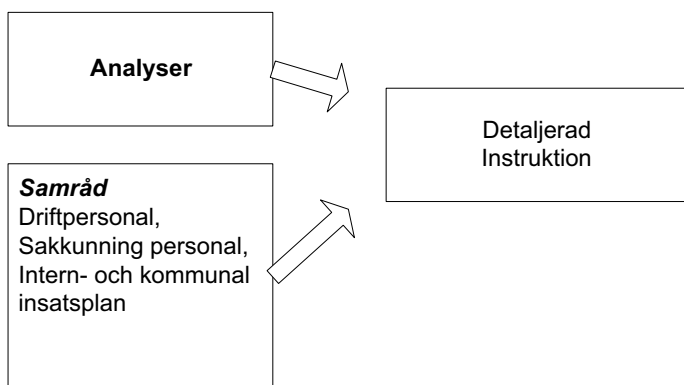
2.1.2 Informationshantering vid insatsplaneringens uppbyggnad:

Underlagsinformationen till varningssymbolerna finns samlad i ett basdatablad (se figur 2). För att underlätta hantering av basdatabladen kan dessa med fördel finnas samlade i en databas, exempelvis anläggningsregistret där även koppling till ritningar och övrig dokumentation kan finnas. Basdatabladet är på systemposition-nivå, varje systemposition (rum) har ett eget basdatablad med aktuell information samlad. Förslag på hur basdatabladet ser ut finns i kapitel 3.5.5.



Figur 2: Informationsgrund för uppbyggnad av insatslayout

Detaljerade instruktioner beskriver hur risken skall hanteras. Dessa arbetas fram genom gjorda analyser och samråd med driftpersonal, sakkunnig personal i det område som analyseras (miljö, reaktorsäkerhet och brand) samt insatspersonal från intern- och kommunal räddningstjänst (se figur 3).



Figur 3: Informationsgrund till detaljerad instruktion

Typhändelser är enkla beskrivningar av olika typbränder som kan förekomma. Typhändelser/brand som inledande händelse beskriver olika typbränder som kan förekomma och deras tänkbara brandförlopp, eventuella risker samt föreslagen släckteknik och val av släckmedel. Typhändelserna är en sammanställning av olika analyser och forskning inom området samt erfarenheter från inträffade händelser (se figur 4). Typhändelser/brand som inledande händelse [13].

Vidare avses fler typhändelser arbetas fram med kemikalieolycka som inledande händelse.



Figur 4: Informationsgrund till typbrand/typhändelser

3. Insatslayout

Insatslayouter är ritningar med information för att kunna planera insatsen.

Följande är ett förslag hur utformning av insatslayouter kan se ut.

Insatslayouten består av olika nivåer och lager med olika information anpassat efter användare och syftet med användandet. Informationen består av symboler, *allmänna symboler* då det syftar till insatsinformation och *varningsymboler* som beskriver riskerna.

3.1 Nivåer

Det finns två nivåer av layouter:

Översiktslayouten ger en överskådlig bild av hela området. Då översiktslayout används som orienteringsunderlag skall byggnadsbeteckning och portnumrering vara utmärkta. På denna layout finns även yttre anordningar för räddningstjänsten markerade som t.ex. körvägar, brandposter, samlingsplats och brytpunkt markerade (detaljerad information om översiktslayouten innehåll finns i kap 3.4).

Insatslayout, som på systempositions nivå (rummets nivå) ger ytterligare detaljerad information enligt följande uppdelning:

Insatslayout med insatsinformation och riskinformation. Med insatsinformation menas brandsektioneringar, manöveranordningar mm. (detaljerad information om insatslayoutens innehålls finns i kap 3.4).

Orienteringsritning, OR, som visar brandlarmssystemet med tillhörande detektorer.

Både insatslayout och orienteringsritning bygger på samma ritningsunderlag.

3.2 Lager

Olika användare av insatslayouten har olika behov av vilket innehåll som skall finnas på layouten. Insatslayouten finns i två olika lager:

Drift ***Räddningstjänst, kommunal och intern***

Det innehåll som finns i räddningstjänstlagret bör finnas med på driftlagret, detta för att vid insats kommunicera med samma underlag. Driftens lager kan innehålla mer information, kallat *valbar information* (detaljerad information om vad som rekommenderas finns i kapitel 3.4). Driften har ett behov av att ha tillgång till information kring brandsystemen även när det inte har inträffat en incident.

3.3 Utformning

Alla layouter bör vara utformade i A3-format och i färg, detta för att vara lätthanterliga i en pärm samt för att få en överskådlig skärmbild om layouterna används digitalt. Layouterna kan med fördel vara inplastade. Läsbarheten anpassas till vilken arkstorlek som används.

Översiktslayouten kan med fördel vara utformad i A2 då den visar ett stort område och den nödvändiga information lätt kan få för dålig läsbarhet.

Insatslayouten med tillhörande orienteringsritning bör vara placerade på samma uppslag i pärmen.

3.3.1 Krav på läsbarhet

God läsbarhet på layouterna medför att missförstånd i tolkning av informationen kan undvikas samt att läsandet av layouten effektiviseras. Därför bör följande tänkas på vid utformning [5].

Teckenstorlek motsvarat 2.3 - 2.8 mm

Detta för att kunna tyda texten på ett avstånd på cirka 40 cm, för viktiga texter bör teckenstorleken ökas ytterligare.

Maximalt 8 färger på en layout

Människan kan i korttidsminnet lagra upp till åtta färger, därför bör maximalt åtta färger användas på en och samma layout. Associationen till färger bör beaktas och utnyttjas på rätt sätt, exempelvis associeras rött till fara och grönt till ”säkert läge”.

Skuggade partier istället för raster

Raster tar mycket uppmärksamhet, vilket innebär att viktig information kan förbises. Skuggade partier är ett bra alternativ till raster.

VERSALER bör undvikas och text bör vara skriven horisontellt

Versaler och text utformad

T
E
X
T

försämrar effektiviteten i att läsa, då varje bokstav utläses.

3.4 Layouternas innehåll

Innehållet i Översiktslayout, insatslayout och OR är obligatoriska för både drift – och räddningstjänstlagret. Kolumnen som anger *valbara* symboler är de symboler som driften har behov av på sin insatslayout/OR.

	Översiktsplan	Insatslayout	OR	Valbara
Adressenhet för sub	x			
Akustiskt larmdon/optiskt			x	
Andningsapparat				x
Angreppspil utifrån	x	x		
Angreppspil alt utifrån	x	x		
Brandcellsbezeichnung		x		
Brandcellsgräns		x		
Brandcellsgräns i bjälklag		x		
Brandfilt				x
Brandförvarstablå		x		
Brandpost Mark	x	x		
Brandpost vägg		x		
Brandredskap				x
Brandspjäll nr				x
Brytpunkt	x	x		
Byggnadslinje	x	x		
Centralapparat	x	x		
Dusch				
EX-klassat område		x		
Flamdetektor			x	
Flykthuvor				x
Fläkt				x

	Översiktsplan	Insatslayout	OR	Valbara
Fläkt nr				x
Fläkt manöverdon				x
Indikering för dold detektor				x
Inomhusbrandpost (slangrulle)				x
Inventarier		x		
Kamera				x
Kolsyresläckare				x
Larmknapp				x
Lednings/stabsplats	x	x		
Livräddningsboj				x
Linjedetektor			x	
Magnetlås dörr				x
Norrpil	x	x		
Portnummer	x	x		
Restvärde		x		
Rökdetektor			x	
Röklucka		x		
Röklucka manöverdon		x		
Samlingsplats	x	x		
Sprinklad yta		x		
Sprinkelanslutning		x		
Sprinklercentral	x	x		
Stigarledning matning		x		
Stigarledning uttag		x		
Tekniskt norr	x	x		
Undercentral	x	x		
Uppställningsplats höjdfordon	x	x		
Vattenuttag för rullande galleri	x	x		
Värmedetektor			x	
Risker				
Reaktorsäkerhetspåverkan		x		
Spänningsrisk		x		
Radiologisk risk		x		
Gas		x		
Brandförlopp		x		
Kem		x		

3.5 Symbolbibliotek

Symbolbiblioteket är uppdelat i allmänna symboler och varningssymboler.

3.5.1 Allmänna symboler

Allmänna symboler är uppdelade efter innehållskategoriseringen, *Insatslayout*, *OR* samt *valbara symboler* (se bilaga 2 för symbolbibliotek). De allmänna symbolerna är i stor

omfattning utarbetade efter RIB symbolbibliotek [6] och Birger Lennmalms rapport [3], ISO 7000, 7001 och 7010 har även studerats. De symboler som ej erhöles i RIB eller Lennmalms symbolbibliotek har skapats.

Till de allmänna symbolerna kan tilläggsinformation, vid behov, anges på layouten.

3.5.2 Varningssymboler

Varningssymbolernas syfte är att ge en snabb överblick av vilka risker som finns och kan *påverka* en insats. Reaktorsäkerhetspåverkan är det styrande om insats måste göras för att kunna säkerställa påverkan på tredje man. För att kunna göra en insats kan personrisker för insatspersonal såsom spänningsrisk, radiologisk risk, kemikalie samt gasflaskor behöva elimineras om layoutens symboler påvisar detta. Information om brandbelastning i kombination med tillväxthastigheten hos det dimensionerande materialet ger en indikation om hur häftigt ett brandförlopp kan tänkas bli vid "worst-case". Detta ger även en anvisning om eventuell spridning till andra brandceller kan ske. Tillsammans med brandförloppet finns koppling till rumskategori som ytterligare beskriver förväntad brand.

Följande risker ingår i varningssymbolsystemet (för symbolbibliotek se bilaga 3):

Reaktorsäkerhetspåverkan

Elrisk

Radiologisk risk

Tryckkärl/Gas risker

Strukturella integritetsrisker (brandspridning och ras risk)

Kemikalierisker (vid brand som inledande händelse)

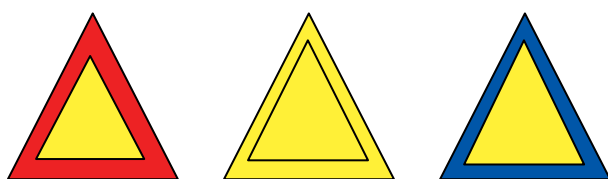
3.5.2.1 Färgkodning av varningssymboler

Varningssymbolerna klassificeras i nivåer, där färgerna utgår ifrån det befintliga färgsystem som idag används vid joniserande strålning, dvs. rött, gult och blått. Färgkodningen klassificeras för varje varningssymbol (se kapitel 3.5.4)

3.5.3 Utformning av varningssymboler

Varningssymbolerna är triangelformade och färgkodningen är i ramen runt triangeln, röd, gul och blå, där rött är den högsta klassningen (se figur 6).

Till varningssymbolerna kan tilläggsinformation, om behov finns, anges på layouten. Triangeln markeras då med en siffra (om det finns flera trianglar på layouten) och tilläggsinformation skrivs i symbolförklaring på layouten.



Figur 6: Varningssymbolernas utseende

3.5.4 Klassificering av varningssymboler

Varningssymbolernas klassificering är i en till tre nivåer. För reaktorsäkerhet och spänningsrisk är nivåerna klassade efter rapporten *Bränder i driftrum* [1] (för begreppsordlista se bilaga 1).

3.5.4.1 Reaktorsäkerhet:

Röd: Redundanta säkerhetssystem per brandcell/utrymme.

Gul: Utrymmen innehållande 1E-komponenter

3.5.4.2 Elrisk:

Röd: Högspänning, tilläggsinformation om spänningens styrka

Anläggning för nominell spänning över 1000 V växelspanning eller 1500 V likspänning

Gul: Lågspänning, < 1 kV

Anläggningen för nominell spänning upp till och med 1000 V växelspanning eller 1500 V likspänning.

Blå: Belysningsnät, markeras ej på layout

Belysningsnätet klassas ej som begreppet lågspänning trots att spänningen motsvarar kriteriet för klassas som det. Detta beroende av att den el som försörjer utrymmets belysning och så vidare är inte berörd av begreppet spänningslöst med avseende på släckinsats (def. enligt *Bränder i driftrum* [1]).

3.5.4.3 Radiologisk risk:

Röd: Klassning enligt befintligt klassningssystem för radiologisk risk. Om någon av de tre kategorier, extern, luft samt ytor, är klassad *röd* i klassningsplanerna klassificeras den som röd.

Gul: Klassning enligt befintligt klassningssystem för radiologisk risk. Om någon av de tre kategorier, extern, luft samt ytor, är klassad *gul* i klassningsplanerna klassificeras den som gul.

Blå: Klassning enligt befintligt klassningssystem för radiologisk risk. Om någon av de tre kategorier, extern, luft samt ytor, är klassad *blå* i klassningsplanerna klassificeras den som blå.

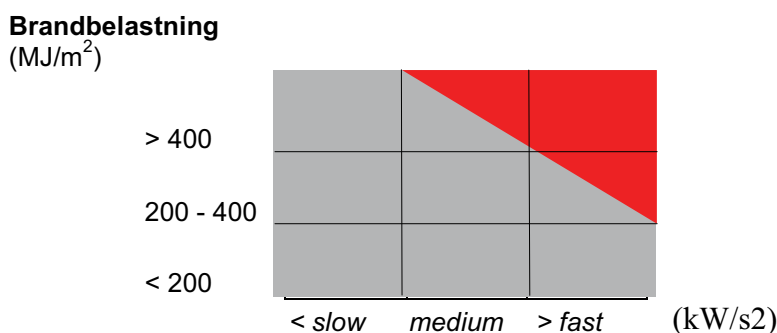
3.5.4.4 Tryckkärl/Gas:

Röd: Utrymmen där det finns explosionsrisk, dvs. utrymmen innehållande fasta gassystem, komprimerad gas i tank, brandfarlig gas i system samt uppställningsplats för gasflaskor.

3.5.4.5 Strukturell Integritet

Information om brandbelastning och tillväxthastighet, α ger grovt mått på problemområden när det gäller brandförlopp med avseende på integriteten. Brandförlopp klassificeras enligt exemplet i figur 7. Fall där brandanalyser visar att ett brandförlopp kan bli problematiskt vid en insats bör dessa också markeras med denna varningssymbol. Röd innebär att brandcellsseparationen inte uppfylls ($>140^{\circ}\text{C}$ temperaturökning) eller risk för ras finns av bärande konstruktioner (temperaturen i armeringen har ökat med $>600^{\circ}\text{C}$) Tilläggsinformation till symbolen är rumskategorin då ytterligare information erhålls om tänkbar typbrand. Se även Deterministisk brandanalys av strukturell integritet [11] och Hantering och kravställning vid förändringar av brandbelastning referens [15].

Röd: Se figur 7



Figur 7: Exempel på klassificeringsfigur över brandförlopp

3.5.4.6 Kemikalie:

För kemikalier finns en nivå för varningssymboler enligt lokalt överenskomna kemikalier och lägsta volymer. En konsekvensanalys i grupp görs för att upptäcka de fall där kemikalie kan tänkas utgöra en betydande risk för insatspersonal eller miljö vid en insats.

3.5.5 Informationshantering, basdatablad

Underlaget till informationen på layouten är samlat i ett basdatablad för varje systemposition. Förslag på innehåll i basdatabladet se figur 8.

Egenskapsfält

Förslag på innehåll

Rumsnummer	Systemposition
Rumskategori	Samlingslokal, brandsluss, luftsluss, batterirum, driftrum, oljedränagerum, tankrum, reservtankrum, dieselgeneratorrum, oljebod, pannrum, saneringsförråd, kontor, relärum, elrum, kabelöar, kabelschakt, kabelkällare, kabelkulvert, storkök, trapphus klass x, turbinhall, reaktorinneslutning, transformatorbås
Golv yta	m ²
Takhöjd	m
Brandcell	Brandcellstillhörighet XY
Rumsnummer	Systemposition
Energiinnehåll/typ brandbelastning	Totalt MJ och typ av brandbelastning
Brandbelastning MJ/m ²	XX MJ/m ² , uppfyller BBR, analys gjord, måste släckas inom 60 min
Reaktorsäkerhetsklassning	Röd. AB sub, Gul. 1E utrustning, Blå. Ej reaktorsäkerhetspåverkan
Tillträde	Nyckelklass
EX-klassning	EX-klassat
Kablar	Kraftledning, signalledning
Elrisk	Lågspänning, eller högspänning i rummet
Brandlarm	A, B, C, eller D
Brandskyddsinstallationer	Brandgasventilation, sprinkler, invallningar, flödesvägar, översvämning
Brandfarlig vara	Hur mycket, vilken sort och hur det förvaras
Allmän information	Detta kan härröra till brandfarlig vara
Gasflaskor	Fasta gasflaskor i rummet, typ och storlek, ev. individ nr, åtgärder
Kem	UN nr samt kvantitet
Extern dosrat 100 % Reaktor effekt	Högsta normalt klassade nivå oavsett driftläge enligt färgsystemet för respektive kraftverk
Ytaktivitet 100 % Reaktor effekt	”
Luftaktivitet 100 % Reaktor effekt	”

Figur 8: Förslag på utformning av informationsunderlag i anläggningsregistret.

4. Detaljerad instruktion

Detaljerade instruktioner behövs där en insats anses problematiskt för räddningstjänst. De detaljerade instruktionerna är systempositionsbundna och beskriver hantering av den specifika risken i utrymmet.

Om varningssymbolen för reaktorsäkerhet visar rött, vilket innebär ”utrymmen innehållande redundanta säkerhetssystem” behövs en vidare analys göras för hur denna insats skall hanteras. Utrymmen som har varningssymbolen för strukturell integritets nivå röd kräver också en detaljerad insatsplan, då det kan innebära ett brandspridningsrisk eller rasrisk.

Hantering av kemikalie och gas kan i vissa fall behöva en detaljerad instruktion.

4.1 Framtagning av detaljerade instruktioner

En grovanalys kartlägger vilka risker som behöver analyseras vidare. Analysen utformas med avseende på insatsteknik- och taktik till en instruktion för utrymmet som befälet vid insatser använder för att lösa insatsproblematiken. Instruktionen beskriver hur risken skall hanteras i det specifika utrymmet.

Underlagsinformation för framtagning av detaljerade instruktioner:

- Brandrisker för utrymmet/brandcellen
- Deterministiska brandanalyser
- Avställningsanalyser
- Analyser av reaktorsäkerhetspåverkan
- Probabilistiska brandanalyser
- Konsekvensanalyser för kemikaliepåverkan

Framtagning av detaljerade instruktioner gör efter ett samråd som består av:

- Representanter från insatspersonal: kommunal –och intern
- Representanter från driftpersonal
- Riskanalytiker
- Kemikalie- /Miljökompetens
- Brandingenjörskompetens

Analysen av hantering av utrymmets specifika risk presenteras som en instruktion på befälsnivå. Instruktionen, som är specifik för utrymmet, är en åtgärdskalender för hur räddningstjänsten kan styra upp insatsen och klargöra de viktigaste insatsproblemen.

5. Typbränder

Typbränder ger en enkel beskrivning av händelsen och vägledning för en insats. Typbränderna redovisas i bilaga 6.

Typbränderna är en enkel beskrivning av en typ av brand och dess eventuella risker. Informationen är hämtad från forskning samt erfarenheter från inträffade händelser.

Typhändelser definieras som typbränder som kan uppstå inom en speciell byggnad t.ex. oljepölbrand inom i en turbinbyggnad.

I dokumentationen typhändelser/brand som inledande händelse [13] finns ytterligare information om släckmedel och eventuell släckmedelsåtgång som kan beräknas för typbranden då den uppträder i en speciell händelse/byggnad. Där finns också en kort beskrivning av typhändelsens eventuella miljöpåverkan och hur hantering av släckvatten skall behandlas.

Gällande typbränder är:

- Vätgasbrand/deflagration/explosion inomhus vid läckage
- Poolbrand
- Olja under tryck
- Autoxidation
- Dieselolja
- Brand efter ljusbåge/Vätgasbrand i transformator vid ljusbåge
- Kablar
- Elskåp
- Overaller
- Batterirum
- Kolfilter

Typhändelser/brand som inledande händelse ett dokument framtaget i NBSG regi och uppdateras om behov finns inom NBSG [13].

Typhändelser för hantering av kemikalier utreds vidare för att hitta vilka händelser som skall beskrivas och vilka som bör finnas med som en typhändelse mot olika kemikaliers förekomst.

För att hantering av radiologisk risk och elrisk utformas en metodik för att kunna hantera dessa risker vid insats. Metoden beskriver en generell hantering av risken och inte hantering av risken i ett *specifikt* utrymme (systempositionsbunden) som de detaljerade instruktioner gör.

Till typhändelserna/brand som inledande händelse finns referenser till ytterligare dokumentation. Dessa dokument är samlade på en CD-skiva.

5.1 Hantering av typbränder

Rumskategorin är märkt på insatslayouten för varje systemposition (rum). Med information om rumskategorin kan mer detaljerad information fås om vilken/vilka typhändelser som kan förekomma i den aktuella rumskategorin.

För att detta system skall vara användarvänligt finns alla rumskategorier i en pärm under varsin flik där typhändelserna är samlade.

6. Utbildning

För effektivare insatser krävs utbildning av räddningstjänst- och driftpersonal. Driftpersonal måste utbildas och ges kännedom om hur räddningstjänsten arbetar samt begrepp/nomenklatur som används vid insats.

Vid utbildning av personal används typhändelserna användas som utbildningsunderlag, detta ger ökad kunskap om typbränder och typhändelserna som kan förekomma och hantering av dessa. Utbildningen ger även kunskap i hantering av risker som kan förekomma i samband med insats.

Risker som räddningstjänstpersonal behöver kunna hantera är:

*Betydelsen av reaktorsäkerhetspåverkan i olika driftlägen
Släckning vid spänningssatta kablar/komponenter
Nomenklatur för begreppen: Frånskiljning och frånkoppling
Joniserande strålning, vilken skyddsutrustning som normalt används
Kemikalieolycka/kemikaliehantering
Utrymmen innehållande tryckkärl/och gassystem med brandfarlig gas*

Räddningstjänst- och driftpersonal utbildas i att hantera insatslayouter. Detta för att tolka informationen rätt och effektivisera användandet av insatsplaner. Insatsstödet används naturligt vid övningar vilket medför att personalen får ytterligare vana att hantera insatslayouterna, de detaljerade instruktioner och typhändelserna.

6.1 Omfattning och frekvens

Omfattning och frekvens på utbildning styrs av organisationens behov av utbildning och övning. Samövningar med drift- och räddningstjänstorganisation bör göras regelbundet.

7. Referenser

[1] Magnusson T et al; *Bränder i driftrum*; SKI Rapport 2006:29, 2006*

[2] Lag (2003:778) om Skydd mot olyckor






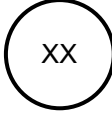



- [3] Lennmalm B; *Räddningstjänstens insatsplaner*, Brandforsk projekt nr 419-935, 2001
- [4] Åkesson F; *Gränssnittet mellan insatsstöd och dess användare*, 2002, Lund
- [5] Derefeldt G et al; *Läsbarhet och förståelse av insatsplaner*, 2001, Linköping
- [6] Räddningsverkets InformationsBank version 2-2006
- [7] C.Hedström; Strategi för information om förebyggande underhåll av brandskyddssystemet, 2008, Ringhals, Darwin ID 1942730
- [8] T. Magnusson T. Protokoll, Ringhals, Darwin ID 1958521
- [9] SKIFS 2004:2
- [10] IEEE; IEEE Standard Criteria for Class 1E Power Systems for Nuclear Power Generation Stations, 308-1974, Darwin ID 120806
- [11] A.Deimer; Deterministisk brandanalys av strukturell integritet Darwin ID 1917875*
- [12] K.Ruuth, R1-2 Dieselbyggnad, kylmaskinrum plan 103, Protokoll, Darwin ID 990120047
- [13] T.Magnusson; Typhändelse/brand som inledande händelse, Darwin ID 1971518*
- [14] M.Lockhorst; Ringhals säkerhetsrapport angående förebyggande av allvarliga kemikalieolyckor. Darwin Id 1974313
- [15] A. Deimer; Hantering och kravställning vid förändringar av brandbelastning. Darwin Id 1991318


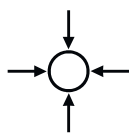







* Finns på NBSG:s hemsida





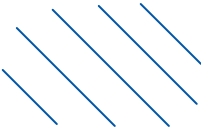
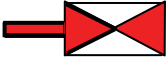
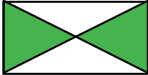
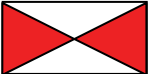

Bilaga 1 - Begreppsordbok






Detaljerad instruktion:	Detaljerad instruktion för att hantera risk i systemposition.
Insatslayout:	Ritning med symboler
Insatsplanering:	Processen för planering av insatser innefattar layouter, detaljerade instruktioner, utbildning samt övning.
Redundans:	Två eller flera alternativa, -identiska eller olika – system eller komponenter som oberoende av varandra utför samma säkerhetsuppgift (def. SKIFS 2004:2 [9]).
Säkerhetssystem:	System som har till uppgift att säkerställa reaktoravställning och resteffektkylning samt system som behövs för att begränsa konsekvenser vid händelser till och med händelseklassen <u>osannolika händelser</u> (def. SKIFS 2004:2 [9]).
1E-komponenter:	“General. The Class 1E power systems shall be designed to assure that no design basis event will cause: (1) A loss of electric power to a number of engineered safety features, surveillance devices, or protection system devices sufficient to jeopardize the safety of the station. A loss of electric power to equipment that could result in a reactor power transient capable of causing significant damage to the fuel or to the reactor coolant system.” [10]





Bilaga 2 - Symbolbibliotek, allmänna symboler



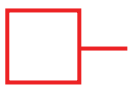



INSATSLAYOUT <i>Obligatoriska</i>		
ADRESSENHET för SUB	 	
ANGREPPSPIL utifrån		
ANGREPPSPIL (alt. väg) utifrån		
ANGREPPSPIL annat plan (ej markplan)		
BRANDCELLSBETECKNING		XX = Brandcellens identitet
BRANDCELLSGRÄNS		Kan ev. kompletteras med tilläggsinformation om brandcellsklass
BRANDCELLSGRÄNS I BJÄLKLAG		
BRANDPOST mark		Samt numrering

BRANDPOST vägg		Ej slangrulle utan brandpost i vägg för räddningstjänsten.
BRYTPUNKT		
BYGGNADSLINJE		Ej brandcellsgräns
CENTRALAPPARAT		
EX-KLASSAT		
INVENTARIER		Väsentliga inventarier för orienteringen i byggnaden (fasta maskiner/elskåp, invallningar osv.)
LEDNING -/ STAB PLATS		
NORRPIL (tekniskt norr)		
PORTNUMMER		XXX = Portnumrering

RESTVÄRDE		
RÖKLUCKA		
RÖKLUCKA manuell		
SAMLINGSPLATS		
SPRINKLAT OMRÅDE		BLÅ = Vatten GRÖN = Gas
SPRINKLERANSLUTNING		
SPRINKLERCENTRAL gas		Manuell utlösning av släckgas
SPRINKLERCENTRAL vatten		
STEGAR utvändig		

STIGARLEDNING		
UNDERCENTRAL		
UPPSTÄLLNINGSPLATS HÖJDFORDON		
VATTENUTTAG FÖR RULLANDE GALLERI		
VATTENMATNING FÖR RULLANDE GALLERI		

ORIENTERINGSRITNING <i>Obligatoriska</i>		
FLAMDETEKTOR (a-sub: RÖD b-sub: BLÅ)		
LINJEDETEKTOR (a-sub: RÖD b-sub: BLÅ)		
LARMDON akustiskt		
LARMDON optiskt		

RÖKDETEKTOR (a-sub: RÖD b-sub: BLÅ)		
RÖKDETEKTOR dold (a-sub: RÖD b-sub: BLÅ)		
SAMPLINGSDETEKTOR (a-sub: RÖD b-sub: BLÅ)		
VÄRMEDETEKTOR (a-sub: RÖD b-sub: BLÅ)		
VÄRMEDETEKTOR dold (a-sub: RÖD b-sub: BLÅ)		
VÄRMEDETEKTOR kapslad		

Tilläggsbeteckningar, OR

H: Försedd med huv

T: Ovan undertak

L: Monteras på Lina/takpendel

G: Under installationsgolv


K: Monteras på svängbar konsol









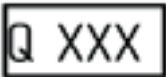
S: I skåp



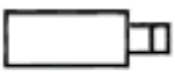






D: Monteras under durkplåt





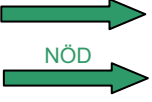

V: Detektor inkl. ventilationsmätkammare

Ex: Exklassad detektor, ansluten via zenerbarriär





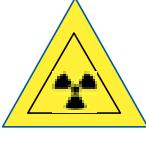

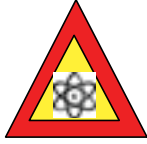
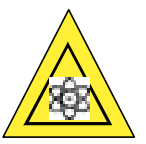

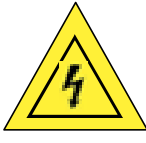

VALBARA SYMBOLER		
6 kV KABEL		Upp Ner

ANDNINGSAPPARAT		
BRANDFILT	 BRANDFILT	
BRANDREDSKAP		
BRANDSPJÄLL NR		
DUSCH		
FLYKTHUVA		
FLÄKT		
FLÄKT MANÖVERDON		Kompletteras med FLÄKT NR.
FLÄKT NR.		

HANDBRANDSLÄCKARE		För att ange typ av släckare kompletteras släckaren med V: vatten K: Kolsyra P: Pulver S: Skum
INOMHUSBRANDPOST		Slangrulle, <u>ej</u> brandpost för räddningstjänsten
KAMERA		
LARMKNAPP		
LIVRÄDDNINGSSBOJ		
MAGNETLÅS DÖRR		
NYCKELSKÅP		
SJUKBÅR		
SJUKVÅRDSMATERIAL		

STEGCENTRAL		
TELEFON		
UPPSTÄLLNINGSPLATS, fordon		
UTRYMNINGSVÄG		
UTRYMNINGSPIL		
ÖGONDUSCH		

Bilaga 3 - Risksymboler

RISKSMBOLER			
BRANDFÖRLOPP hög brandbelastning, hög tillväxthastighet			
GAS			
KEM			
RADIOLOGISK RISK			
REAKTORSÄKERHETSPÅVERKAN			
SPÄNNINGSRISK			

Bilaga 4 - Krav för fastsällande av risksymbolerna

A Reaktorsäkerhet

Nivå 1 Blå

Ingen reaktorsäkerhetspåverkan.

Detta avser alla utrymmen som inte är nivå 2 eller 3

Nivå 2 Gul

Utrymmen innehållande 1E komponenter (kablar eller komponenter) och redundanta del av säkerhetssystemet finns i annan brandcell.

Alla kablar och komponenter som har betydelse för reaktor

Säkerheten klassas 1E. Uppgifter om vilka dessa rum avses finns i bl.a. kabeldatabaser.

Släckinsatser vid brand i dessa rum/brandceller kan påverka en del av det redundanta säkerhetssystemet.

Nivå 3 Röd

Innehåller redundanta säkerhetssystem.

Utrymmen som antas innehålla redundanta säkerhetssystem är

- kontrollrum
- inneslutningar BWR/PWR
- fyrkanschaktet på BWR

Som röda utrymmen beaktas konstaterade fall där redundanta säkerhetssystem är placerade i samma rum/brandcell.

För att göra detta urval konservativt skall också utrymme/brandceller som har > 1% av härskadebidraget i PSA brandstudien (högsta värde i respektive drifttillstånd) vara röda utrymmen om de inte redan tagits med i grundkravet.

För utrymmen där det finns redundanta säkerhetssystem skall det finnas en brandanalys som visar att brand hur säkerhetssystemen påverkas. Det skall också finnas en förtydligande släckinstruktion som tar hänsyn till reaktorsäkerhetspåverkan.

B Strukturell integritet

Nivå 3 Röd

Alla utrymmen/brandceller där en brand kan orsaka ras eller att risk för att temperaturkriteriet på en temperaturhöjning på $> 140^{\circ}\text{C}$ på brandens motsatta sida. Ras antas uppstå om den yttre armeringens temperatur överskrider 600°C .

Enligt en studie genomförd på Ringhals [11] visas att det inte finns några utrymmen/brandceller där temperaturkriteriet mer än marginellt överskrids under två timmars brand.

Turbinväggen innanför transformatorbåsen på R1-4 och väggen innanför T93 och T94 är inte analyserad om den motstår en fullt utvecklade brand i en transformator. Övriga utvändiga risker har betydligt lägre påverkan och kan *förmodligen* avföras.

C Radiologiska risker

Nivå 1 Blå

Utrymmen som normalt är blåklassade under drift och avställning gällande extern strålning/luft eller på ytor. Här fodras ingen skyddsutrustning endast dosimeter.

Nivå 2 Gul

Utrymmen som normalt är gulklassade under drift och avställning gällande extern strålning/luft eller på ytor. Här fodras speciell skyddsutrustning och speciellt tillstånd samt speciella nycklar för tillträde förutom dosimeter. Här gäller normalt begränsad tid för hur länge man kan uppehålla sig i utrymmet.

Nivå 3 Röd

Utrymmen som normalt är röda under drift eller och avställning gällande extern strålning/luft eller på ytor. Här fodras speciell skyddsutrustning och speciellt tillstånd samt speciella nycklar för tillträde förutom dosimeter. Här gäller normalt starkt begränsad tid för hur länge man kan uppehålla sig i utrymmet.

D Kemrisker

Nivå 3 Röd

Ett antal förutbestämda utrymmen med stora mängder av kemikalier som kan utgöra en risk och fördröja insatsen har fastställts enligt [8]. Dessa ämnen antas utgöra en risk vid brand som inledande händelse men utgör i sig normalt ingen brandrisk. Normalt explosionsklassas inte Ammoniak se beslut referens [12].

Nedan ses de beslutade volymer som skall ingå och markeras på insatsplaneringen för Ringhals.

Placering	Ämne	Lägsta Volym	Övrigt
	Ammoniak	2m ³	
	Hydrazin	0 m ³	Se även säkerhetsrapport[14]
	Saltsyra	30 m ³	
	Natriumhypoklorit	50 m ³	
	Kalciumhydroxid	10 m ³	
	Svavelsyra	50 m ³	

E Tryckkärl

Nivå 3 Röd

Där det finns gasflaskor som kan fördröja eller förhindra eller utgöra en risk för släckpersonalen skall dessa anges som en risk och markeras röda på släcklayouten. Enda undantaget är om gasflaskorna anses ofarliga vid brand genom att de är försedda med tryckavsäkring och flaskorna är fast monterade.

Det skall finns ett system som håller alla (innehållande ett tryck och har en volym som utgör en risk för personal och anläggningen) tillfälligt utplacerade gasflaskor kartlagda.

F Elrisker

Nivå 1 Blå

< 380 volt endast belysningsnät

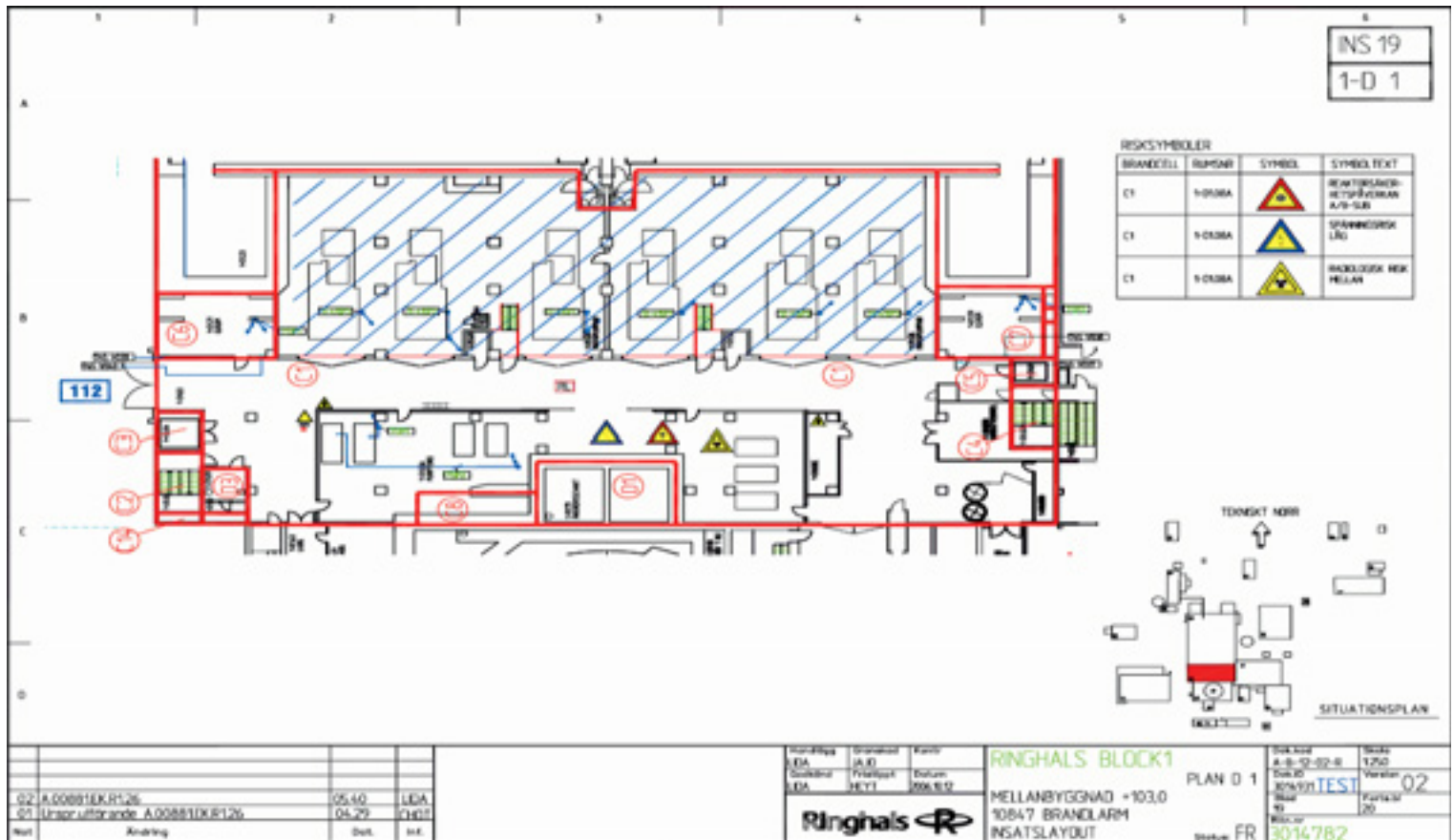
Nivå 2 Gul

< 1000 V men > 380V

Nivå 3 Röd

>1000 V

Bilaga 5 – Layout



Bilaga 6 - Typbränder

På uppdrag av NBSG framställdes en rapport 2006 som kondensat av de referenserna 1-35. Referenslistan till bilaga 6 TYPBRÄNDER finns på sidan 41-43. Under 2008 har denna rapport helt omarbetats och utökats med bl.a. brand i kolfilter. Tybränderna är de bränder som kan antas ske inom kärnkraftsindustrin och typhändelser är tillämpningen av dessa typbränder på en speciell plats.

All dokumentation som refereras till är tillgänglig på Ringhals och finns i det administrativa systemet. Rapporter markerade med asterisk * finns på NBSG hemsida.

Rapporten syftar till att sprida kunskap om typbränderna till dem som arbetar operativt och förebyggande inom kärnkraftsindustrin, samt att användas som underlag vid insatsplanering. Se uppdragsbeskrivning ref. /28/ där finns ytterligare referenser till underlag för dessa typbränder. **Typbränder som studerats är:**

- Vätgasbrand/deflagration/explosion inomhus vid läckage
- Poolbrand
- Olja under tryck
- Autoxidation
- Dieselloja
- Brand efter ljusbåge/Vätgasbrand i transformator vid ljusbåge
- Kablar
- Elskåp
- Overaller
- Batterirum
- Kolfilter

Inledning

På uppdrag av NBSG har en rapport som sammanställer underlag för specifika typbränder som kan förekomma på ett kärnkraftsverk framtagits. Sammanställningen bygger enbart på dokumentation som finns i Ringhals administrativa system Darwin. Rapporten skall användas till att sprida kunskap om typbränderna till dem som arbetar operativt och förebyggande inom kärnkraftsindustrin, samt användas som underlag vid insatsplanering.

Rapporten tar inte hänsyn till speciella miljörisker eller strålningsrisker som kan förekomma i samband med brand.

Syfte

För att få en bättre kunskap om vilka bränder som kan förekomma och hur dessa kan uppstå, kan detta dokument användas för både extern och intern räddningstjänst samt också personal som arbetar med förebyggande brandskydd. Rapporten ger även ett underlag till insatsplanering.

Typbränder

Vätgas

En vätgasbrand kan ha sitt ursprung från ett läckage i vätgasledningar eller då vätgas kan bildas exempelvis genom fraktionering av olja efter en ljusbåge i en transformator eller andra oljefyllda komponenter. Vätgas bildas också i härden genom radiolys då vatten sönderdelas av neutronstrålning. Vätgasen kan finnas löst i vatten i primärsystemen eller i gasblandningar i gashanteringssystemen. Vätgasförbränning sker vid relativt stor hastighet oavsett det är en deflagration eller i mycket sällsynta fall explosion. Snabbare reaktionsförlopp ger ett högre tryck uppstår i omgivningen.

Vätgasbrand/deflagration inomhus vid läckage

Vätgas används på Ringhals 1 främst till reducering av syre i reaktorns primärvatten samt kylning av generatorerna. På PWR-blocken Ringhals 2-4 doseras ren vätgas i Kemi och volym kontroll systemet (CVCS).

Vätgas kan bidra till metallreaktioner vid stora haverier /1/.

Vätgas är den lättaste av alla gaser och diffunderar 3,8 gånger fortare än luft, vilket innebär att den snabbt sprids i luft. Vätgasen är brännbar i ett stort koncentrationsområde i luft, 4-75% och är extremt lättantändlig men inte speciellt reaktiv /2/. När den stökiometriska syrgas/vätgasblandningen, även känd som knallgas, förbränns frigörs en stor energimängd som kan ge upphov till höga tryck.

Om vätgas antänds direkt vid utsläppet resulterar det i en jetflamma, den är nästintill osynlig. Är vätgasen förorenad med kol blir lågan gul. Är lågan helt ofärgad. Lågan avger ingen strålningsvärme men temperaturen inne i själva lågan är ca 2100°C.

Värme i flammen kan ge skador på omgivningen och leda till sekundärbränder.

Om ingen antändningskälla finns precis vid utsläppspunkten bildas ett gasmoln som senare kan antändas eller spädas till det att vätgasen inte längre är inom sitt brännbarhetsområde.

Vätgasmoln späds snabbare än andra gaser, på grund av vätgasens höga diffusionsförmåga. Sannolikheten för en gasmolnsexplosion är då relativt liten.

Detonation kan i sällsynta fall ske. Det är generellt sett större sannolikhet att antändning av vätgas sker vid utsläppspunkten än för de flesta andra gaser, då energimängden som krävs för att antända vätgas är mycket liten. Friktionsenergin vid utsläppet kan räcka för att antända vätgasen, speciellt om kanterna vid utsläppshålet är skarpa eller rostiga. Är tryckdifferensen > 30barö finns risk för explosion /2/.

Vätgasrisker vid batteriladdning beskrivs i kapitel 2.11.

Insatsplanering

Att släcka en vätgasbrand är ofta en olämplig metod. Släcker man lågan så kan fri gas ansamlas och en explosion kan bli följden om inte gasen förbränns.

En jetflamma som uppstår är nästintill osynlig och det finns risk för att man istället sprider branden vid påföring av vatten. Det effektivaste sättet att släcka en vätgasbrand är att stänga av gasflödet. Om man nödvändigt behöver använda släckmedel, exempelvis om avstängningsventilen sitter i branden bör pulversläckning tillämpas. Påföringen bör då ske längs gasflödet /3/.

Vätgasdetektering med explosimeter för att upptäcka läckage kan vara nödvändigt för att lokalisera utsläppet. Normalt är icke hörbara läckage som sker i stora utrymmen under brännbarhetsgränsen.

Turbinolja

Oljesystemen i turbinsystem utgörs av;

- **Smörjoljesystemet**, smörjer/kyler turbinlager
- **Kraftoljesystemet**, öppnar/stänger ventiler
- **Regleroljesystemet**, styr ventiler (styr kraftoljan)
- **Lyftoljesystemet**, lyfter turbinaxeln

Lageroljesystemet utgör systemet där all olja lagras. Det delas sedan upp i de olika system men det finns en gemensam lageroljeoljetank på ca 40m³.

Vid ett rörbrott med **smörjolja** kan en kastlängd av olja uppgå till ca 2m på grund av att oljetrycket är högst 1.5barö. Med utgångspunkt från trycket kommer kastlängden vara liten och oljan kommer troligen att välla ut ur ett eventuellt rörbrott och orsaka en pölbrand som kan antändas. Vid mindre skador av typ flänsbrott kan spraybränder uppstå.

Lyftoljesystemet används bara vid start och stopp, eftersom då turbinaxeln nått sitt normala arbetsvarvtal flyter den på lageroljan. Systemet har högt tryck, 500barö, men har mycket lågt flöde. Därför beaktas inte brandscenarier baserade på utflöde av lyftolja.

Kraftoljesystemets flöde är högt och trycket uppgår till i storleksordningen 40 bar. Vid ett rörbrott kan kastlängder upp till 6 m förekomma.

Ett rörbrott på **regleroljesystemet** som reglerar kraftoljan skulle troligen ge upphov till ett sprayliknade utsläpp /4/.

Vid rörbrott i **smörjoljesystemet** kan stora mängder olja rinna ut innan systemet stoppas. Det tar i storleksordningen 30 minuter innan turbinen rullat ut om inte smörjoljesystemet stängs. Detta under förutsättning att vakuum släpps och bromsar upp turbinaxeln. Normalt krävs smörjning under hela uppbromsningen. Rörbrott är mycket ovanligt men kan om så sker resultera i stora pölbränder

Möjligt brandscenario är även att oljan under tryck antänds då den sprutar ut från exempelvis ett rörbrott. Risken för självantändning av smörjolja finns då en autoxidation inträffar i isoleringen kring ångrör, se mer utförligt under autooxidation. Under smörjoljetanken, som innehåller 30-50 m³ smörjolja, finns en uppsamlingsgrop. Smörjoljetankarna på Ringhals står på ben, risken för att tanken rämnar då en poolbrand i uppsamlingsgropen uppstår har utvärderats /5/.

Smörjoljans flampunkt är 215°C enligt produktblad för produktblad för Shell Turbo Oil T 32 finns i BWR och i PWR är det Texaco Regal Premium EP 32 med en flampunkt på 220°C enligt produktbladet för denna olja.

Termisk tändpunkt är 325-360°C /7/

Poolbrand

Resultatet från ett läckage ger en pöl som kan antänds, storleken på denna poolbrands yta och effekt kan skilja stort beroende på hur stort läckaget är och hur väl invallningen är utförd. Förloppet är mycket snabbt inom en invallad yta. En fullt utvecklad brand kan uppstå inom 10 minuter.

Då pölens area kan variera, varierar även värmestrålning, brandeffekt och hur mycket släckmedel som behövs för en släckinsats. Beräkningar visar att då pölens area är 150m² erhålls en värmestrålning på 18 kW/m² vid 10 meters avstånd och en effekt på 150 MW /6/.

Om invallningar saknas kan poolbranden spridas över ett stort område. Spridning kan även ske genom så kallade gallergratingplan, där olja kan passera igenom och man har en utbredd brand över flera våningsplan.

Kartläggning av invallningar se /32/ och för turbin /34/

Insatsplanering

Rökutvecklingen från en oljebrand är kraftig. Värmestrålningen kan skada omkringliggande konstruktioner. Poolbranden kan spridas över en stor svårtillgänglig yta även utanför invallningarna genom att missiler kan skada invallningarnas funktion.

För att släcka en poolbrand är skum ett lämpligt släckmedel. För släckning av olja som är en opolär vätska kan antingen ett tensid- eller proteinbaserad skum användas. Påföringshastighet 3-6 l/m² och minut (vid 3 % skumkoncentration) är normala påföringshastigheter för tungskum och mellanscum. Två exempel på brand i turbinhall finns beräknat i referens /6/. Vid poolbrand i uppsamlingsgropen under smörjoljetanken är det effektivast att släcka genom att skumfylla gropen. Gropen är numera dränerad ner till säkrare plats.

Rökutvecklingen och den höga strålningsnivån kan komplicera tillgängligheten för en släckinsats i uppsamlingsgropen.

Vid val av lättskum som släckmedel, bör beaktas att lättskum har svårigheter att tränga igenom gallergratingplanen, men tung -och- mellanscum klarar att passera dessa gratingplan /6/.

Ringhals har under de senaste åren satsat mycket på att valla in och dränera ner oljevolymerna till säker plats. Volymen på totalt 550m³ olja och släckvatten kan hanteras på respektive turbin /30/.

Försök /31/ visar att oljan separerar snabbt i berggrummet trots att skum tillförs sprinklervattnet. Oljan måste snabbt pumpas ut för att inte påverka miljön.

Olja under tryck

Normalt brister inte rörledningar utan oljeläckagen sker i ventiler eller flänsförband. Ett högt tryck i oljeledningen kan bidra till att ventiler brister och olja läcker till följd av detta. Även oljedimma kan tränga ut ifrån kopplingar och flänsar /7/. Oljedimma uppstår då oljan har högt tryck och strömmar ut genom en öppning till en omgivning med lägre tryck, en sprayeffekt.

Oljedimma som träffar heta turbindelar kan orsaka en brand. Tester med metoden "tändpunkt enligt droppmetoden" visar att antändningstemperaturen för finfördelad olja som sprayats på en het yta kan vid vissa förutsättningar ligga ca 100°C lägre än oljans termiska tändpunkt.

Blandningsvolymen av oljeångor och luft är den mest gynnsamma för antändning/8/. Metoden "tändpunkt enligt droppmetoden" är standardiserad av American Society for Testing and Materials (ASTM). Riktlinjer för antändningstemperatur som kan antas gälla för finfördelad smörjolja är 260 - 360°C/8/. För dieselolja, 220°C /9/

Undersökning huruvida olja antänder mot het yta vars temperatur är under termiska tändpunkten för olja har testats, och resultatet ger ej belägg för att finfördelad olja utsprutande mot het yta synes vara lättantändligare än annat oljeläckage /10/. Tester har även utförts av Vattenfall genom att spraya smörjoljedimma på en plåt med temperaturen 300°C. Då antände oljan /11/.

Insatsplanering

Inom Ringhals turbinanläggningar är i stort sett alla ytor invallade /32/ och /34/ sprinklade. Skum har tillförts sprinklervattnet och det innebär att släckeffekten ökar och vattenskumblandningen flyter upp på den utläckande oljan. Därför skall vattenskumblandning påföras för att hindra antändning. Och man får släckeffekt även där inte sprinkler direkt träffar den brinnande oljan. Återantändning hindras även där oljan ansamlas.

Autoxidation

Autoxidation med efterföljande självantändning kan ske i isolering av organiskt material kring ångrör, då ett läckage av mineralolja tillförs isoleringen. Ämnens benägenhet att självantända kan vara biologiskt, fysiskt eller kemiskt betingad, uppvärmning påskyndar denna process.

När mineralolja finfördelas i ett organiskt material uppstår i närvaro av luftens syre en oxidationsprocess som är exoterm /7/. Värmet som utvecklas under denna process kan leda till en lokal upphettning och i sin tur antändning om inte värmet kan transporteras bort fullständigt. Men för att självantändning skall ske måste extra olja utöver den som går åt till uppvärmningen tillföras /12/. Ytterligare en förutsättning för att materialet skall självantända är att syretillförseln ska vara god. God syretillförsel uppstår då isoleringen är otillfredsställande utförd exempelvis med springor och håligheter.

Den termiska tändpunkten för den smörjolja som används på Ringhals är ungefär 350°C /7/. Vid tester har temperaturen i isoleringen kring ett ångrör nått en maximaltemperatur på 600°C, vilket är betydligt högre än smörjoljans termiska tändpunkt. Den maximala temperaturen uppnåddes efter 4 h, vid ökat lufttillträde är tiden kortare /12/.

Mineralull som isolering finns ej i inneslutningarna. I inneslutningen används endast spegelisolering som består av rostfria plattor. Förutsättningarna för att en autooxidation skall ske är att isolerämnet är poröst, isolerande och absorberande vilket mineralull är. Men för spegelisolering som består av rostfria plattor kan inte denna process inträffa.

Lägsta omgivningstemperatur där autooxidation kan inträffa är 160°C men då tar det längre tid för autooxidationen att uppstå /35/.

Insatsplanering

Autooxidation resulterar oftast i en glödbrand på grund av den begränsade syretillförseln. Då metallhöljet kring isoleringen tas bort, kan glödbranden flamma upp eftersom syre tillförs till materialet. Flammor kan uppstå om en god syretillförsel redan finns från början /7/. Vid insats för att stoppa glödbrand genom att ta bort metallhöljet, bör risken beaktas om att branden kan flamma upp.

Vid insats av branden bör ett släckmedel som kan tränga in i isoleringen t.ex. vatten användas.

Tankrum

Dieselolja i nödkraftsdieslarnas dagtankar innehåller ca 20 m³/tankrum. Dessa tankrum är placerade intill nödkraftsdieslarna inom dieselbyggnaden. Förrådsoljetankarna på respektive 75 m³ (tre styck) finns inom samma byggnad. .

Brandbelastningen i tankrummen är mycket högt på grund av den stora volym bränsle som finns i den relativt lilla rumsvolymen.

Om ett läckage skulle uppstå kan följden bli en poolbrand med ett hastigt växande brandförlopp om läckaget antänds. Dock visar analys /27/ att lufttillförseln är begränsad och branden blir ventilationskontrollerad.

Branden kan fortgå under längre tid (>2 timmar) och därför måste branden släckas manuellt i dessa utrymmen.

Insatsplanering

Dagoljetankrummen utgör egna brandceller där inträngningsvägen är en lucka belägen ca 2 meter ovanför gratingplanet i nödkraftsdieselrummet. En pölbrand släcks bäst genom insats med mellanskum.

Transformatorbås

En generatortransformator innehåller ca 65 m³. En lokal- eller startuptransformator innehåller ca 11 m³ olja.

Transformatorbränder kan ge långa avbrott och stora materiella skador. Dessutom kan stora rökmängder bildas under lång tid. En transformatorbrand kan pågå i flera dagar, vilket hände i Kangasala, Finland där det tog tre dygn att släcka branden. Det finns fall i USA som pågått i veckor. Explosion/brand uppkommer vanligast efter att ledare fått kontakt och skapat en ljusbåge.

Brand i transformatorer

En transformatorbrand kan initieras av att en ljusbåge uppstår som ger en fraktionering av oljan /14/. Varje MW kortslutningseffekt genererar 0.1 m³ brännbar gas. När denna gasblandning expanderar kan en större eller mindre skada genereras på transformator kärlet.

När gasblandningen kommer ur transformatorkärlet antänds den vid friktion mot luften. Där sker en gasexplosion. Denna yttre brand sprider sig sedan in i transformatorn där den sprider branden.

Beroende på hur kraftiga skador uppstår två ytterlighetsscenarion.

A Transformatorkärlet är helt uppläkt. Ringhals 3 2006. Då rinner all olja snabbt ut ur transformatorn och det är möjligt att släcka branden både i transformatorn och den sekundära branden utanför transformatorn.

B Explosionen är begränsad. Locket öppnas och släpper ut gasblandningen och den antänds. Tanken spricker en bit ner i ena hörnet. Krummel 2007. Sedan sprids branden in i transformatorn och till den oljan som runnit ut ur transformatorn.

På grund av att explosionen endast lyft och deformerat locket och spräckt transformatorkärlet en sträcka ner i ena hörnet är det svårt att komma åt och släcka branden. Enda möjligheten är att täta transformatorkärlet provisoriskt och fylla upp transformatorn med vatten och på så sätt släcka branden, Krummel 2007

Skadeverkningarna är beroende på hur hög energi ljusbågen har, ju högre energi desto högre skadeverkningar /15/. Om höljet brister strömmar stora mängder olja ut som kan antändas, vilket resulterar i en efterföljande poolbrand.

Oljeläckaget från transformatorn kan leda till brand på vertikala och horisontella ytor som täckts helt eller delvis av brinnande olja. Brand innanför transformatorns hölje förväntas förekomma.

En begränsad transformatorbrand som pågår inne i en transformatorn där olja delvis finns kvar kan pågå upp till 14 dagar, men har då lägre brandeffekt.

En brinnande transformator får snabbt en mycket hög temperatur och flamhöjden kan snabbt nå 10-15 meter inom mindre än en minut. Branden ger en strålningseffekt på 1-2MW/m² /16/.

Värmestrålningpåverkan på eventuella närliggande byggnader kan bli stor. Normalt räknas 12-15m vara ett säkert avstånd vad gäller byggandspåverkan.

Insatsplanering

Förloppet vid en transformatorbrand är mycket snabbt, och det kan förutsättas att branden är fullt utvecklad inom någon minut. Hela uppvärmningsfasen antas ta högst 10 minuter. Grundregeln vid släckning med vatten är att högspänningsanläggning skall vara fränkopplad. Riskavstånd och skyddsavstånd som skall tillämpas se /17/.

Första steget är kylning av transformatorn så snabbt som möjligt med vatten för att hindra avgasning och utpressning av olja. Men då är det viktigt att;

- anläggningen är FRÄNKOPPLAD elektriskt. I första läget räcker det att transformatorn är frånskiljd /17/. Säkerhets och skyddsavstånd skall tillämpas tills spänningen i hela transformatorbåset är fränkopplad.
- man inte sprutar in vatten i transformatorn och pressar ut olja genom ångexpansion

På grund av den höga värmestrålningen som kan uppstå vid brand i en transformator kan det vara mycket svårt att komma tillräckligt nära för att kunna släcka branden manuellt /14/. Brandeffekten beror på hur stor skada transformatorbehållaren har fått och hur mycket olja som flödar ur transformatorn.

Strålningen kan i fall A överskrida acceptabla strålningsvärden för en fullt utrustad brandman på skyddsavståndet 10-15 m /15/. Intilliggande byggnader kan behöva skyddas genom kylning.

Vid en begränsad transformatorbrand där släckinsats är möjlig, är ett möjligt angreppssätt att skumfylla hela transformatorbåset. Ett stort problem ligger i påföringen av släckmedlet. Då varje transformator är omgiven av ett splitterskydd av betong är åtkomsten begränsad till angrepp uppifrån eller genom en dörr. Värmestrålningen 10m ovanför marknivå kan uppgå till 20kW/m² vilket t.ex. motsvarar strålningsnivån då trä antänder.

Att bekämpa branden från marken är svårt, då betongbarriären hindrar en släckinsats samt att en ”uppvind” skapas som kommer blåsa bort delar av det påförda skummet/6/. Då insatsen kommer att kräva stora mängder skumvätska är lättskum inget alternativ. Lättskum kan fylla hela transformatorbåset på 10min och kan teoretiskt användas. Men lättskumsaggregat har normalt ingen kastlängd varvid problem uppstår vid appliceringen med mobila enheter. En manuell insats kräver att lättskumsaggregatet placeras i en förberedd öppning i transformatorbåset vilket inte finns i dagsläget

Andra steget

Beror på om transformatorn är uppfläkt eller inte. Fall A skuminsats beroende på åtkomlighet och vald skummetods kastlängd. Fall B efter att transformatorns temperatur har stabiliserats och branden fortgår måste transformatortanken tätas och vattenfyllas för att branden säkert skall kunna släckas.

Insatsen är att betrakta i hög riskmiljö på grund av den kraftiga branden men när transformatorn är fränkopplad och risk för andra exploderande transformatorer och kraftig värmepåverkan ej finns betraktas förhållandet som stabilt /16/.

Vid vattensläckning av ljusbåge finns risk för vätgasutveckling. I rapport /17/ från SP har det konstaterats att denna risk är försumbar på grund av att den utvecklade vätgasen förbränns kontinuerligt. Men en kraftig ångexpansion kan inträffa då energin i ljusbågen omsätts vid vattenbegjutning /17/.

Under transformatorn finns en uppsamlingsbassäng och i toppen är den försedd med ett stenlager som skall fungera som flamspärr. Risken att uppsamlingskärlet överfylls är uppenbart i scenario A.

I scenario B skall man fylla transformatortanken med vatten efter att man har tätat eventuella sprickor där olja rinner ut. Men om man har för litet vattenflöde kommer ångutvecklingen att pressa ut oljan när vattnet expanderar och en ännu större oljepoolbrand utanför transformatorn kan bli följden /15/.

Kablar

En vertikal förläggning sprider brand upp till 10 gånger lättare än en horisontell. Kablar som ligger med en liten lucka emellan varandra, har högre benägenhet att sprida brand då luften får friare tillträde.

Det finns olika klassningssystem av kablar. De äldre kabelklasserna F1-F4 beskrev flamspridningen på kabeln.

Det finns helt nya EURO kabelklasser /18/. Dessa kabelklasser har mer utvecklade parametrar för att bedöma kabelns rökutveckling, brandeffekt etc.

Det finns också funktionsklasser t.ex. IEC 331 som anger att en kabel skall tåla 750°C i tre timmar. Denna typ av kabel kan användas för att viktiga funktioner inte skall slås ut under brand.

De flesta I & C kablar är PVC isolerade kablar.

När PVC-kablar brinner bildas en tjock svart rök, som innehåller giftiga och frätande gaser som klorgas. Klorgas i reaktion med vatten bildar saltsyra vilket är skadlig för framförallt elektronik.

Saltsyradimman kan sprida sig i ventilationssystemen och syran kan kondensera på metallytor som kan korrodera.

Kraftkablar består oftast av halogenfria kablar som avger en tunn och ljus genomsynlig rök. Vilket gör att utrymning kan ske bättre samt att man slipper problemen med att saltsyra bildas då man släcker med vatten.

Normalt är brandutvecklingen i en kabel långsam, men tillväxthastigheten ökar beroende på hur mycket energi som tillförs. Temperaturerna i de rökgaser som samlas i kabelrummen kommer att vara låga i brandens inledning. En uppbyggnad av temperatur och koncentration av brandgaser som bildas kan slutligen leda till att övertändningen sker /19/.

En PVC-kabel genererar 200-250kW/m² kabel, α -värde är 0.012 kW/s² för en vertikal kabel medan en horisontell kabel har en lägre tillväxthastighet, α -värde 0,0028kW/s /20/. På grund av de stora mängder kablar som finns i en kabelkällare och el-kulvertar kan brandeffekten troligt bli i storleksordningen 1-2MW. Vertikala kabelstegar bedöms vara det värsta brandscenario som kan erhållas i kabelutrymmen. För att erhålla en fullt utvecklad brand i dessa kabelrum krävs med största sannolikhet någon form av yttre påverkan /21/.

Brandbelastningen skiljer sig stort, mellan 200-1200 MJ/m² i en kabelkulvert /22/.

Insatsplanering

Flera av kabelutrymmena är stora och svårorienterade. PVC-kablar som lämnar ifrån sig mycket rök vid en brand kan försvåra insatsen för räddningstjänsten. De långa inträngningsvägarna kan även bli problem vid en insats.

Scenario 1

Finns personal och släckutrustning närvarande då kabelbrand startar
Då är insats möjlig. I teorin måste det vara en yttre transient brandbelastning (fast brandbelastning skall ej finnas i utrymmet) som startar branden och denna kan släckas.

Scenario 2

Brand pågår i en kulvert eller kabel utrymme och informationen är knapphändig utöver rök och ev. elektriska störningar typ jordfel

Insats utifrån det drabbade rummet med lättskum är enda möjligheten tills spänningen är frånskiljd/frånkopplad. Manuell insats med vatten kan göras när först när elen är frånskiljd.

För en effektiv skumfyllnad krävs en öppning bortom branden som är lika stor som den öppningen där skummet appliceras /6/. Användning av lättskum kan minska rökskadorna. Erfarenheter från kabelbränder visar att i vissa fall att branden kunnat släckas först då vatten kommit till användning (Browns Ferry). Huruvida frånkoppling av ström sker innan insats är osäkert /17/. Frånkoppling av kabelkällaren kan ta upp emot 30 minuter.

Bildning av saltsyra vid släckning av PVC-kablar, vilket kan vara skadligt för utrustning och elektrisk apparatur, bör beaktas i restvärdesskydd.

Elskåp

Elskåp består av slutna metallskåp innehållande elektroniska komponenter i varierad mängd. Skåpen har små ventilationsöppningar och det brännbara materialet i skåpen består av kablar, kretskort och andra elektroniska komponenter.

Effektutvecklingen efter 10 minuter vid brand i elskåp uppgår till 5-140 kW, beroende på brandbelastningen. Intelligande skåp kan antändas efter 11-16 minuter /23/. Röken från det brinnande elskåpet kan orsaka kortslutningar i övriga skåp. En brand i ett elskåp kan orsaka störningar i driften av anläggningen /6/.

Insatsplanering

Flera av elskåpen är förberedda för en manuell insats med en speciell typ av kolsyre-handbrandsläckare, genom ett hål som finns på skåpen. Detta hål är försett med en plastplugg eller annat skydd som lätt tas bort. Det finns utplacerade handbrandsläckare som har speciella påföringsrör avsedda för att göra en insats i elskåp med lågspänning.

Att branden sprids till intelligande skåp har låg sannolikhet och förväntas ske först efter ca 10 minuter. Att skydda intelligande skåp är därför viktigt i insatsen. Därför kan en väl avgränsad insats med vatten bli nödvändig i det drabbade skåpet om inte släckeffekten med handbrandsläckare är tillräcklig.

Denna form av påföringsrör finns endast på släckare med 5kg kolsyra. 5 kg kolsyra inerterar helt ca 2.5m³ och det räcker mer än väl för ett skåp men ofta har skåpen ventilationsöppningar där släckgas kan läcka ut.

Vid insats med vatten bör uppmärksammas att släckvattnet som produceras kan i det flesta fall stanna kvar i utrymmet då golvbrunnar generellt saknas i elskåpsutrymmen/6/.

Släckmetoder gällande bränder i elskåp samt kabelbränder i kulvertar behöver utvecklas. Det finns metoder som antas vara användbara i båda fallen.

Overaller

Det finns 500-800 overaller i respektive tvättstuga. Tvättstugan innehåller även ca 30 säckar engångsskoskydd. Tester på overaller utförd av SP visar att overallerna inte brinner särskilt bra. Resultatet från testerna visar att overallen ger ifrån sig kraftig rökutveckling i början av testet, och i ett av testet brinner overallen med svaga lågor efter ca 10s /24/.

Insatsplanering

Släckinsats med vatten är ett effektivt sätt att släcka en eventuell brand i tvättstugan.

Batterirum

Batterirummen används då man har behov av reservkraft vid strömavbrott. Batterierna är seriekopplade med konstant underhållsladdning, 2,23V/cell. En gång vartannat år fulladdas batterierna. Batteriet förbrukar vatten, beroende på att vattenmolekylerna spjälkas sönder till syrgas- och vätgasmolekyler. Båda dessa gaser släpps ut genom en explosionssäker propp. Vätgaskoncentrationen kan bli hög i rummet och tillsammans

med luft är vätgasen brännbar. Gasutvecklingen vid underhållsladdning är försumbar utan risken för vätgasexplosion är då fulladdning sker. Om ventilationen stannar av någon anledning har man efter 40 minuter en explosiv blandning i rummet /25/.

Batterirummens storlek varierar stort och då även brandbelastningen som kan variera från 50-800MJ/m². Det är plasten i batterierna som brinner och har motsvarande förbränningsegenskaper som polystyren, den maximala brandeffekten kan då beräknas till runt 2, 7MW/rum /25/.

Gastemperaturen i simulerade försök på batterirummen är 600 - 700°C /26/.

Insatsplanering

Batterirum har normalt redundant ventilation. Skulle laddningsreläet haka upp sig och allt vatten som finns i batterierna sönderdelas samtidigt som bägge fläktarna i rummet stannar kan en brännbar vätgasblandning uppstå. Detta är dock mycket osannolikt.

Brand i batterirum kan därför betraktas som en konventionell plastbrand där plastkärnen innehåller svavelsyra.

Svavelsyran som finns i batterierna är frätande och kan stänka vid en insats med vatten.

Kolfilter

I de många handböcker och i försäkringsgivarens kravbild skall kolfilterbankar förses med fasta släcksystem. Enligt /29/ anses ”nyttan av släcksystem m.a.p brandspridningsrisken är ytterst begränsad för kolfilterbankarna på Ringhals eftersom brand i kolfilterbankarna ej förväntas spridas utanför kolfilterbankarna”.

Insatsplanering

Enligt /29/ antas dimspik vara lämpligt för påförande av vatten. Omfattande vattenresurser bedöms erforderliga. Det anges inte vilket nivå som antas behövas men sedan rapporten /29/skrevs har betydligt större vattenresurser möjliggjorts vilket inte numera utgör någon begränsning. Då avses de speciella brandvattenuttag för räddningstjänsten som finns i det nya brandvattensystemet som har 63 mm:s diameter trycket är reducerat till 10 barö.

Referenser

- /1/ Hamrefors G; NOG – Knallgas i BWR-anläggningar. Handbok, Westinghouse, 2005
- /2/ Deimer A; *Risikanalyt av vätgas –och vätgasfabriken vid Ringhals*, Brandteknik LTH, 2000*
- /3/ <http://www.ingemarcarlson.com/Infobroschyr%20hythan.pdf>, hämtad 2006-08-01
- /4/ Patti Emmanuelle; *Brandteknisk utredning för val av släcksystem, Ringhals 2-4*, Stockholm, 2003-01-31

- /5/ Ottosson J; *Brandskydd av stativ till oljetank, R2-R4*, WSP, 2006-05-03
- /6/ Deimer A, Ottosson, J-O; *Risikanalyt av bränder och kemikalieutsläpp inom Ringhals med hänsyn till miljö och släckresurs*, Vattenfall, 1998-12-09
- /7/ Cederfeldt O, Svensson H; *Risikanalyt av Turbinhallar –en studie av Ringhals block 3 gällande oljebränder*, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2005. DARWIN ID 1893685*
- /8/ Helleberg G; *Oljors antändlighet mot het yta*, Vattenfall, 1992-02-10
- /9/ Jönsson V; *Brandförsvar i värmekraftanläggningar Undersökning av oljors antändlighet mot het yta Tillägg 1.*, Vattenfall, 1976-07-07
- /10/ Jönsson V, *Brandförsvar i värmekraftanläggningar Undersökning av oljors antändlighet mot het yta*, Vattenfall, 1976-03-12
- /11/ Bengtsson S; *Undersökning beträffande oljors självantändning vid värmeisolerande ångledning i Ringhals m.fl. kärnkraftsstationer*, SP, 1972-11-27
- /12/ Svenska Vattenfall; *Brandförsvar i värmekraftanläggningar, undersökning av oljors självantändning i isoleringsmaterial för ångledning och heta turbindelar*, 1976-04-02
- /13/ Leveau E; *Analys –Förslag till brandskydd av Tankrum i dieselbyggnad, R1 och R2*, Carl Bro, 2004-03-01, Darwin ID 1751235
- /14/ Leveau E; *Analys –Förslag till brandskydd av Transformatorer (T11, T12, T21, T22, LT110, LT120, LT210, LT210, LT220), R1 och R2*, 2002-02-06, Darwin ID 1751237
- /15/ Ringhals; *Erfarenheter från forskningsprojektet SEBK / brand i oljefyllda elkomponenter t ex. transformatorer, Norge samt fortsatt utveckling*, 2005-12-01, Darwin ID 1742465*
- /16/ Andersson L, Ardenmark J; *Utredning av brandskydd för huvudtransformatorerna på Ringhals 1*, Sycon, 2000-10-09, Darwin ID 1702055
- /17/ Magnusson T et al; *Bränder i driftrum*, SKI Rapport, 2006*
- /18/ Draka Kabel; *Kablar vid brand och rök*, 2002
- /20/ Deimer A; *Brandanalys av temperaturökning i rum vid brand i rum 1-B3.18 och 1-B3.59*, Ringhals, 2005-10-17, Darwin ID 1886741

/21/ Andersson L; *Detaljerad brandanalys i rum 1-E1.12, 1-E1.13 och 1-E1.25*, Sycon, 2000-04-26

/22/ Melin A; *Ringhals 1 Brandskyddsprogram Blockspezifisk del, Ringhals 2 Brandskyddsprogram Blockspezifisk del Ringhals 3 Brandskyddsprogram Blockspezifisk del, Ringhals 4 Brandskyddsprogram Blockspezifisk del*, 2002-0-29 Darwin ID1730743, 1730744, 1730745, 173046

/23/ Keski-Rahkonen O, Mangs J; *Full scale fire experiments on electronic cabinets II*, VTT, 1996*

/24/ Axelsson J; *Brandförsök på brandskyddsoverall*, SP Brandteknik, 2005-05-26. Darwin ID 1873680*

/25/ Magnusson T; *Risker vid laddning av batterier*, Ringhals, 2004-11-15, Darwin ID1752886

/26/ Larsson I, *Fire test of battery cells*, Fire Technology, 2002-06-28, Darwin ID 1734668*

/27/ Andreas Deimer, *Deterministisk brandanalys R1-4*, Darwin id 1917875*

/28/ Magnusson /; *Uppdragsbeskrivning för projekt U.0420-typbränder/Insatsplanering/Deterministiska analyser*, Darwin 1910460

/29/ Erik Leveau ”*Analys – förslag till brandskydd av rum med kolfilterR1-R2*”. Darwin Id 1751234

/30/ Magnusson, *Miljöstrategi* Darwin Id 1892227

/31/ *Laboratorieförsök på Scanlube av olja Regal premium EP 32*, Darwin Id 1898446

/32/ *Oljevolym > 189 liter i komponenter på block 1-4 och RG* Darwin Id 1844696*

/33/ GREAT - *Turbinåtgärder – Transformatorer*, Underlag för beslut om hantering av köpoption Darwin id 1884827

/34/ *RAPPORT, FIMP – Avbördningsvägar, Redovisning av brandtekniska utformningar*, Darwin id 1943545

/35/ *Fire near a reactor coolant pump (RCP) Arkansas Nuclear one at 17 October 1996*. Tidningsartikel. Darwin Id 1984479.

www.ski.se

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION
Swedish Nuclear Power Inspectorate

POST/POSTAL ADDRESS SE-106 58 Stockholm

BESÖK/OFFICE Klarabergsviadukten 90

TELEFON/TELEPHONE +46 (0)8 698 84 00

TELEFAX +46 (0)8 661 90 86

E-POST/E-MAIL ski@ski.se

WEBBPLATS/WEB SITE www.ski.se