

METODIK FÖR SÄKERHETSANALYS BRAND - KÄRNBRÄNSLEFÖRVARET/SFR



2017-04-19

UPPDRAG 275007, SKB, Metodik för säkerhetsanalys brand

Titel på rapport: Metodik för säkerhetsanalys brand

Status: Slutversion

Datum: 2017-04-19

MEDVERKANDE

Beställare: SKB

Kontaktperson: Michael Öster, Tina Johansson

Uppdragsansvarig: Lotta Fredholm

Handläggare: Lotta Fredholm

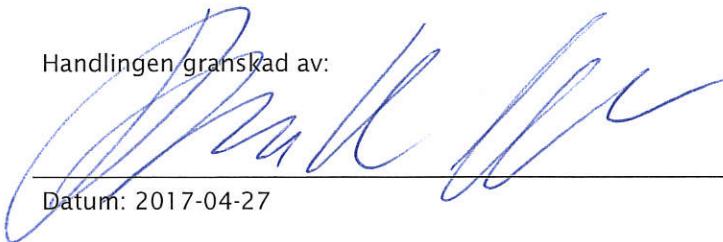
Kvalitetsgranskare: Björn Nilsson

Uppdragsansvarig:



Datum: 2017-04-27

Handlingen granskad av:



Datum: 2017-04-27

SAMMANFATTNING

Rapporten beskriver krav och rekommendationer för genomförande av säkerhetsanalys utifrån dimensionerande brandscenario.

Målet är att metodiken ska kunna användas för att bedöma om en dimensionerande brand kan orsaka sådan påverkan på ett skyddsobjekt att uppsatta acceptanskriterier enligt SAR Allmän del kapitel 3 ej uppfylls.

Metodiken omfattar beskrivning av grundläggande förutsättningar samt beskrivning av de olika delarna i nedan angivna arbetsgång:

- Val av dimensionerande brandscenarion
- Val av brandmodell
- Beräkna brandförlopp
- Värdera resultatet
- Osäkerheter och känslighetsanalys
- Dokumentation och kontroll

Rapporten ska kunna användas som underlag/referens till säkerhetsredovisning.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	5
1.1	BAKGRUND	5
1.2	MÅL OCH SYFTE	5
1.3	OMFATTNING.....	5
1.4	AVGRÄNSNING	5
1.5	ÖVERGRIPANDE MYNDIGHETSKRAV	5
1.6	UNDERLAG OCH TILLÄMPLIGA RIKTLINJER.....	6
2	GENERELLA FÖRUTSÄTTNINGAR	7
2.1	ANALYSMETOD	7
2.2	KOMPETENS.....	7
2.3	BRANDUPPKOMST	8
2.4	ANALYSENS MÅLSÄTTNING.....	8
2.5	SKYDDSOBJEKT.....	8
2.6	ANALYSOMRÅDE.....	8
2.7	KREDITERING AV AKTIVA SKYDDSÅTGÄRDER.....	8
2.8	KREDITERING AV PASSIVA SKYDDSÅTGÄRDER.....	8
2.9	KREDITERING AV MANUELLA SKYDDSÅTGÄRDER.....	9
2.10	GRUNDLÄGGANDE INDATA.....	9
3	METODIK.....	10
3.1	ARBETSGÅNG	10
3.2	VAL AV DIMENSIONERANDE BRANDSCENARION.....	10
3.2.1	IDENTIFIERA BRANDSCENARION	10
3.2.2	DIMENSIONERANDE BRANDSCENARION	10
3.3	VAL AV BRANDMODELL.....	11
3.4	BRANDFÖRLOPPSBERÄKNING	12
3.5	VÄRDERA RESULTATET.....	12
3.6	OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS.....	12
3.7	DOKUMENTATION	13
3.8	EGENKONTROLL OCH GRANSKNING.....	13
4	REFERENSER.....	14

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

SKB bedriver verksamhet som enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet kräver tillstånd för uppförande, innehav och drift av en anläggning för använt kärnbränsle. För att erhålla tillstånd krävs att en säkerhetsredovisning upprättas. Inom ramen för säkerhetsredovisningen ska en säkerhetsanalys upprättas som visar att det inte blir några utsläpp av radioaktiva ämnen vid konstruktionsstyrande händelser eller att de utsläpp som kan uppstå är inom uppsatta acceptanskriterier.

1.2 MÅL OCH SYFTE

Syftet med uppdraget är att beskriva en metodik för säkerhetsanalys av brand. Metodiken ska vara tillämpbar både för Kärnbränsleförvaret och för SFR. Målet är att metodiken ska kunna användas för att bedöma om en dimensionerande brand kan orsaka sådan påverkan på ett skyddsobjekt att uppsatta acceptanskriterier enligt SAR Allmän del kapitel 3 ej uppfylls. Rapporten ska kunna användas som underlag/referens till säkerhetsredovisning.

1.3 OMFATTNING

Uppdraget omfattar att ta fram en rapport som beskriver en metodik för genomförande av säkerhetsanalys utifrån dimensionerande brandscenario.

Metodiken ska omfatta krav avseende:

- Val av dimensionerande brandscenario
- Kreditering av automatiska och manuella släckinsatser och skyddssystem
- Modellerings av brandförlopp
- Känslighets- och osäkerhetsanalys
- Dokumentation

1.4 AVGRÄNSNING

Acceptanskriterier specificeras inte i metodiken utan anges i respektive SAR Allmän del kapitel 3.

Analys av brandpåverkan på egendom och personer ingår inte i denna metodik.

Yttre brandpåverkan, dvs brand utanför anläggningen omfattas ej.

En förutsättning för metodiken är att en inventering av händelser har genomförts. Inventering av händelser omfattas därför ej.

1.5 ÖVERGRIPANDE MYNDIGHETSKRAV

Strålsäkerhetsmyndighetens ställningstagande till hantering av effekter av svåra naturfenomen finns beskrivna i 14§ i SSMFS 2008:17. Föreskriften gäller för kärnkraftsreaktorer och är därmed inte gällande för Kärnbränsleförvaret och SFR. Kraven i SSMFS 2008:17 kan dock anses vara vägledande för tillämpning av krav på säkerhetsanalys enligt SSMFS 2008:1. I föreskriften anges att anläggningen ska vara dimensionerad för att motstå naturfenomen och andra händelser som uppkommer utanför eller inne i anläggningen och som kan leda till en radiologisk olycka. Vidare anger man att för sådana naturfenomen ska dimensionerande värden vara fastställda, samt för naturfenomen med så snabbt förlopp att skyddsåtgärder inte hinner vidtas då de inträffar, ska dessa händelseklassas. I allmänna råd till 14§ i SSMFS 2008:17 anges vidare brand som ett exempel på händelse som bör beaktas. Avseende analys av brand anges följande:

Vid analys av brand i anläggningen, bör en brand som slår ut all utrustning i en brandcell antas kunna inträffa. Om det kan visas i en brandanalys att sannolikheten för utslagning av en hel brandcell är låg, genom att skyddsåtgärder har vidtagits för att förhindra brandspridning, behöver inte utbränningen av hela cellen förutsättas. En sådan brandanalys bör omfatta alla åtgärder som behövs till dess branden är släckt. I första hand bör passiva skyddsåtgärder tillämpas såsom rumsavskiljande väggar, inkapsling eller avskärmning av utrustningar,

minimerad brandbelastning och avståndsseparation mellan utrustningarna. Om enbart avståndsseparation tillgodoses som skyddsåtgärd mellan redundanta utrustningar, bör detta avse tillräckligt stora utrymmen och under förutsättningen att brandanalysen bekräftar att separationen är tillräcklig för att förhindra brandspridning.

I SSMFS 2008:1 anges bland annat följande generella krav på säkerhetsanalyser:

- Analysens syfte, osäkerheter och begränsningar
- Spårbarhet, motiverade antaganden och representativa indata
- Slutsats inom ramen för analysens förutsättningar och begränsningar
- Modeller, metoder och data ska vara validerade och förekommande osäkerheter beaktade

Tolkning av generella krav på säkerhetsanalys framgår av SAR Allmän del kapitel 3.

1.6 UNDERLAG OCH TILLÄMPLIGA RIKTLINJER

IAEA Safety Guide NS-G-1.7 [1] omfattar riktlinjer för hur risker avseende brand och explosion ska hanteras inom kärnkraftverk. De syften som nedan återges i korthet är dock relevanta även för övriga kärntekniska verksamheter:

1. Identifiera objekt (med detta avses; strukturer, system och komponenter) viktiga för säkerheten samt att fastslå placeringen av individuella komponenter i brandcellerna
2. Analysera den förväntade utvecklingen av brand samt brandens effekter på objekt viktiga för säkerheten
3. Fastställa erforderlig brandteknisk klass på brandtekniska avskiljningar
4. Fastställa omfattning av erforderliga passiva och aktiva brandskyddsåtgärder
5. Identifiera fall där ytterligare brandskyddsåtgärder erfordras

BBRAD [2] utgör råd för analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd och anger att följande steg bör ingå i en dimensioneringsprocess:

- Identifiering av verifieringsbehovet
- Verifiering av tillfredsställande brandsäkerhet
- Kontroll av verifiering
- Dokumentation av brandskyddets utformning

NFPA 801 [3] innehåller brandskyddskrav för anläggningar som hanterar radioaktiva ämnen. Standarden utgår från principen om djupförsvaret avseende brand vilket enligt NFPA 801 [3] ska uppnås genom balans mellan att:

1. Förhindra brand från att uppstå
2. Snabbt detektera, kontrollera och släcka de bränder som uppstår
3. Skydda strukturer, system och komponenter så att bränder som ej snabbt släcks inte förhindrar väsentliga funktioner från att utföras, inklusive krav på analys brandrisker.

NFPA 801 [3] innehåller även krav på att en brandanalys ska genomföras men riktlinjerna är begränsade till krav avseende omfattning av analysen samt krav på kompetens för utförare.

I NUREG-CR 6850 [4] redovisas bland annat en metod för val av brandscenarion och detaljerad brandmodellering, kreditering av automatisk och manuell släckning samt metod för beräkning av brandfrekvens.

Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar [5] är framtagen med syfte att den ska användas vid brandtekniska analyser vilka utförs inom ramen för säkerhetsanalyser. Kvalitetsmanualen omfattar beskrivning av arbetsgång, vägledning vid modellering, exempel på indata samt specifik information om modelleringsverktyget FDS.

NFPA 805 [6] är likt IAEA NS-G-1.7 [1] och NUREG/CR-6850 [4] framtagen för kärnkraftverk och innehåller både minimikrav avseende brandskydd samt krav på brandanalys inklusive krav på hantering av osäkerheter.

2 GENERELLA FÖRUTSÄTTNINGAR

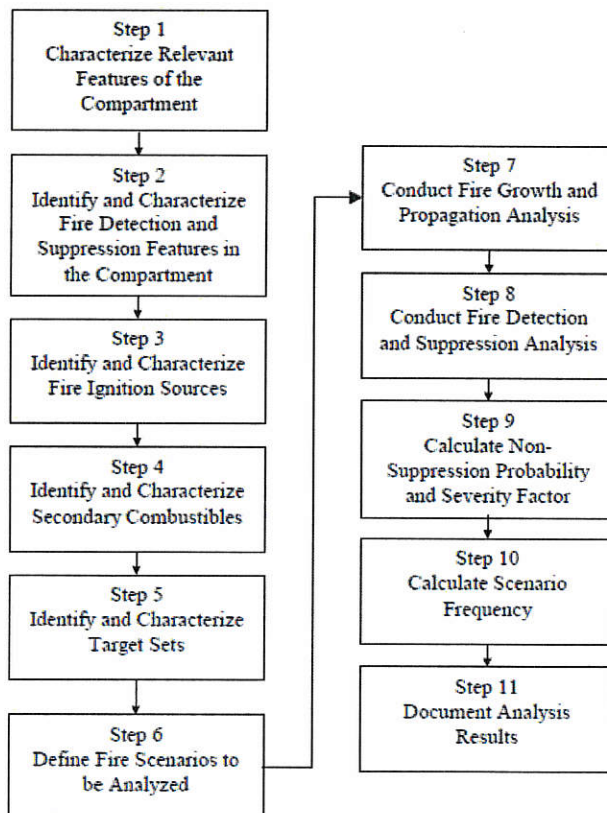
2.1 ANALYSMETOD

Säkerhetsanalys för brand ska i enlighet med Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar [5] utföras antingen som en scenarioanalys eller en kvantitativ riskanalys. I första hand rekommenderas scenarioanalys då denna är minst arbetskrävande och mest konservativ.

Scenarioanalysen utgår från att anläggningen utsätts för ett antal representativa scenarier som ska spegla ett så kallat troligt värsta fall. Det betyder att analysen utgår från ett konservativt synsätt för att förvissa sig om att de scenarier som kan uppstå beaktas av analysen. Dessa scenarier kallas ibland för dimensionerande scenarier.

Scenarioanalysen hanterar inte osäkerheterna direkt utan indirekt genom att valet av ingående värden görs konservativt och med syfte att resultat blir konservativt. Ett problem med denna metod är att det finns en möjlighet att den föreslagna lösningen blir alltför konservativ och att den därför inte blir kostnadseffektiv. Fördelen är att metoden är öppen och tydlig och är inte onödigt komplicerad att genomföra. Scenarioanalysens resultat är ett konstaterande att de bestämda scenarierna kan hanteras med den föreslagna skyddsstrategin.

Om resultatet av scenarioanalysen bedöms bli alltför konservativt kan en kvantitativ riskanalys vara lämplig. Denna kan då utföras i enlighet med beskrivningen av detaljerad brandmodellering i NUREG/CR-6850 [4], arbetsgång för detta redovisas i Figur 1.



Figur 1 Arbetsgång detaljerad brandmodellering enligt NUREG/CR-6850 [4].

2.2 KOMPETENS

Kompetens inom brandingenjörsvetenskap krävs för att kunna genomföra och granska en analys enligt denna metodik.

2.3 BRANDUPPKOMST

Utgångspunkt för metodiken är att en brand kan uppstå i alla utrymmen där brännbara ämnen finns permanent och där brännbara ämnen inte kan uteslutas finnas tillfälligt. En brand antas därmed uppstå även där inga permanenta tändkällor finns.

2.4 ANALYSENS MÅLSÄTTNING

Analysens målsättning påverkar val av brandscenarion och lämpliga brandmodeller. Målsättningen med säkerhetsanalys avseende brand är att verifiera att en dimensionerande brand ej kan orsaka sådan påverkan på ett skyddsobjekt att uppsatta acceptanskriterier enligt SAR Allmän del kapitel 3 ej uppfylls.

2.5 SKYDDSOBJEKT

Ett skyddsobjekt som vid brandpåverkan har potential att utmana acceptanskriterier enligt SAR Allmän del kapitel 3 kan utgöras av en barriär i form av kapsel för inneslutning av använt kärnbränsle men kan också utgöras av behållare innehållande radioaktivt avfall eller eventuell utrustning ingående i anläggningens säkerhetsfunktioner (ej aktuellt för varken Kärnbränsleförvaret eller SFR). Ett annat exempel på möjligt skyddsobjekt är en brandcellsavskiljande eller bärande konstruktion.

Verifiering av skyddsobjektets integritet eller funktion under och efter dimensionerande brandförlopp förutsätter att skadekriterier för objektet är kända. Skyddsobjekt behöver även beskrivas med placering, materialegenskaper och eventuella beroende till andra system eller strukturer.

2.6 ANALYSOMRÅDE

Med analysområde avses den del av anläggningen som omfattas av analysen. Ett analysområde kan vara allt från en del av ett utrymme till en hel anläggning. Analysområdet ska verifieras vara oberoende av yttre brandpåverkan och avgränsningen ska dokumenteras.

2.7 KREDITERING AV AKTIVA SKYDDSÅTGÄRDER

Exempel på aktiva skyddsåtgärder är släcksystem, brandlarm och brandgasventilation med hjälp av fläkt.

Aktiva skyddsåtgärder ska primärt inte krediteras.

Om aktiva skyddsåtgärder ska krediteras bör det i första hand göras inom ramen för en kvantitativ riskanalys i enlighet med NUREG/CR-6850 [4]. Vid kreditering av aktiva skyddsåtgärder i en scenarioanalys ska felfunktion beaktas. Ett möjligt sätt att göra detta är enligt principerna i BBRAD [2] där felfunktion av enskilda tekniska system kombineras med ett brandförlopp som utgör en mindre påfrestning än det värsta troliga brandförlopp som annars ska antas. Exempelvis skulle en brand i elskåp i kombination med fel på släcksystem antas ha maximal brandeffekt motsvarande 75%-percentilen enligt NUREG/CR-6850 [4] istället för 98%-percentilen som rekommenderas i avsnitt 3.2.2. Exakt hur detta bör göras är dock beroende av problemställningen och typen av aktiv skyddsåtgärd varför inga generella rekommendationer kan ges.

2.8 KREDITERING AV PASSIVA SKYDDSÅTGÄRDER

Exempel på passiva skyddsåtgärder är strålskärmar som förhindrar direkt värmestrålning från flamma till skyddsobjekt. Till passiva skyddsåtgärder räknas även branddörrar och genomföringar.

Vid kreditering av passiva system ska dessa verifieras ge erforderlig effekt med hjälp av modellering av brandscenarion. För branddörrar innebär detta att modellering av brandscenarion ska påvisa att erhållna temperaturer inte överstiger de temperaturer som dörren är provad för.

Till passiva system räknas inom ramen för denna beskrivning även brand-/brandgasspjäll. Detta förutsätter dock att de har en dokumenterat hög tillförlitlighet.

För att passiva skyddsåtgärder ska krediteras krävs att kontroll och provning av dessa ingår i det systematiska brandskyddsarbetet.

För passiva skyddsåtgärder som är flyttbara krävs att flytt tillståndshanteras och återställande efter flytt kontrolleras.

Passiva skyddsåtgärder som uppfyller krav enligt ovan kan i en scenarioanalys krediteras utan beaktande av felsannolikhet. Övriga passiva skyddsåtgärder ska hanteras i likhet med aktiva skyddsåtgärder.

2.9 KREDITERING AV MANUELLA SKYDDSÅTGÄRDER

Med manuella skyddsåtgärder avses till exempel manuell släckning av brand. Kreditering av manuella skyddsåtgärder ingår primärt inte inom ramen för en scenarioanalys. Manuella skyddsåtgärder kan däremot krediteras i en kvantitativ riskanalys i enlighet med NUREG/CR-6850 [4].

2.10 GRUNDLÄGGANDE INDATA

Grundläggande indata som krävs för genomförande av en brandteknisk analys är:

- Mängd och placering brännbara ämnen
- Potentiella tändkällor
- Säkerhetsrelaterad utrustning
- Skadekriterier för skyddsobjekt
- Brandtekniska avskiljningar
- Rumsgeometri, konstruktion och ventilation

3 METODIK

3.1 ARBETSGÅNG

De huvudsakliga stegen för analysen består av:

- Val av dimensionerande brandscenarion
- Val av brandmodell
- Beräkna brandförlopp
- Värdera resultatet
- Osäkerheter och känslighetsanalys
- Dokumentation
- Egenkontroll och granskning

Respektive delsteg kommer att beskrivas i efterföljande kapitel.

3.2 VAL AV DIMENSIONERANDE BRANDSCENARION

Val av brandscenarion bör ske i en systematisk process, som sammanfattas i nedanstående punkter:

1. Identifiera möjliga brandscenarion med potential att utmana skyddsobjektets skadekriterier
2. Välj ut dimensionerande scenarier som representerar möjliga scenarion eller scenariogrupper
3. Välj för respektive dimensionerande brandscenario ut relevanta och representativa parametrar

3.2.1 IDENTIFIERA BRANDSCENARION

Dimensionerande brandscenarion ska vara påfrestande för det system som studeras. Detta kan inkludera både allvarliga scenarier långt bort från skyddsobjekt och mindre allvarliga scenarier placerade i skyddsobjektets direkta närhet. Även brandscenarion utanför den aktuella brandcellen kan behöva beaktas.

Vid behov kan scenariogrupper skapas utifrån brandens storlek och typ av brinnande material, grupper kan också utgå från brandens placering eller tillväxthastighet och varaktighet.

3.2.2 DIMENSIONERANDE BRANDSCENARION

Utifrån identifierade möjliga scenarion och eventuella scenariogrupper ska ett eller flera dimensionerande scenarion väljas. Om scenariogrupper använts bör minst ett dimensionerande scenario från respektive grupp definieras.

De dimensionerande bränderna ska karakteriseras genom följande, tidsberoende, variabler (givet att de är nödvändiga för att verifiera brandsäkerheten):

- Effekttutveckling och tillväxthastighet
- Produktion av brandgaser och sot
- Brandens storlek
- Påverkan på skyddsobjekt (direkt flampåverkan, plym- eller takstrålpåverkan, omslutande brandgaslager, värmestrålning från flamma)

Exempel på faktorer som behöver specificeras för att kunna beskriva ovanstående variabler är:

- Tändkälla
- Typ av brännbart material
- Placering brännbart material
- Rummets geometri
- Ventilationsförhållanden
- Värmestrålning
- Exponerad yta

Avseende val av dimensionerande brands effektutveckling och tillväxthastighet rekommenderas följande:

- För bränder i fordon: effektutveckling väljs i enlighet med representativt (eller konservativt) fordon enligt Brand i fordon [7]
- För brand i tillfällig brandbelastning som exempelvis en sopsäck: effektutveckling väljs i enlighet med Dimensionerande brandscenarion, Brand i sopsäck [8]
- För de antändningskällor som omfattas av (NUREG/CR-6850 [4]): effektutveckling (HRR) väljs i enlighet med 98% percentilen enligt Appendix E (se Figur 2).

Case	Ignition Source	HRR kW (Btu/s)	
		75th	98th
1	Vertical cabinets with qualified cable, fire limited to one cable bundle	69 (65)	211 (200)
2	Vertical cabinets with qualified cable, fire in more than one cable bundle	211 (200)	702 (665)
3	Vertical cabinets with unqualified cable, fire limited to one cable bundle	90 (85)	211 (200)
4	Vertical cabinets with unqualified cable, fire in more than one cable bundle closed doors	232 (220)	464 (440)
5	Vertical cabinets with unqualified cable, fire in more than one cable bundle open doors	232 (220)	1002 (950)
6	Pumps (electrical fires)	69 (65)	211 (200)
7	Motors	32 (30)	69 (65)
8	Transient Combustibles	142 (135)	317 (300)

Figur 2 Lista på maximal effektutveckling för olika antändningskällor enligt (NUREG/CR-6850) [4].

Vad gäller placering av branden i förhållande till skyddsobjektet ska flammen antas omsluta skyddsobjektet. Undantag från detta kan göras om det kan uteslutas på grund av att objektet är skyddat eller att flammhöjden ej når objektet. På motsvarande sätt ska placering beakta plym- och takstrålpåverkan. Påverkan i form av värmestrålning från flamma är ofta dimensionerande vid korta avstånd mellan brand och skyddsobjekt (>5 m). Påverkan från flamma kan uteslutas om avskärmning finns från alla håll där bränsle kan vara placerat.

Generellt bör värden väljas på parametrar utifrån rådande praxis. I övrigt rekommenderas att värden på parametrar väljs så att de är konservativa och ofta bedöms till att vara så kallade värsta troliga. Det kan finnas skäl att välja mer troliga (medianlika) värden, men då behöver analysen kompletteras med en mer avancerad känslighetsanalys där osäkerheten i variabeln undersöks i detalj.

3.3 VAL AV BRANDMODELL

Det finns flertalet brandmodeller tillgängliga för att beräkna brandförloppet i ett utrymme. Dessa sträcker sig från enkla handberäkningsuttryck baserade på empiriska korrelationer till avancerade flödesdynamiska modeller (CFD). Val av brandmodell ska göras i enlighet med Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar [5].

Specifika förutsättningar som ska beaktas vid val av modell är att stora bergrum med stor avkylning medför låg sannolikhet för uppkomst av brandgaslager vid mindre bränder.

Vald modell ska verifieras uppfylla följande:

1. erforderlig precision
2. tillämpbar för det aktuella scenariot
3. validerats och verifierats i tillräcklig omfattning

Ovanstående innebär att modellen ska vara tillräckligt bra för det aktuella problemet, det vill säga att den inte ska vara mer komplicerad än vad som krävs.

3.4 BRANDFÖRLOPPSBERÄKNING

Detta steg omfattar simulering av brandförlopp med vald modell. Beräkningarna ger utdata i form av exempelvis temperatur, sikt, värmestrålning. Modellering, inklusive beskrivning av antaganden och förenklingar ska göras i enlighet med Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar [5] eller motsvarande.

3.5 VÄRDERA RESULTATET

I enlighet med avsnitt 2.4 är målsättningen med säkerhetsanalys avseende brand att verifiera att en dimensionerande brand ej kan orsaka sådan påverkan på ett skyddsobjekt så att uppsatta acceptanskriterier enligt SAR Allmän del kapitel 3 ej uppfylls.

Att värdera resultatet omfattar att jämföra resulterande temperaturer och värmestrålningsnivåer med de skadekriterier som gäller för aktuellt skyddsobjekt.

Om skadlig påverkan ej kan uteslutas utifrån resultatet av scenarioanalys i enlighet med denna metodik kan åtgärder rekommenderas. Rekommenderade åtgärder ska då verifieras ge erforderligt skydd. Denna verifiering kan till exempel bestå av en ny scenarioanalys med nya förutsättningar eller baseras på provningsresultat. Ett alternativ till att införa åtgärder är genomföra en mer noggrann analys av brandsäkerheten i form av en kvantitativ riskanalys. Denna ska då utföras i enlighet med NUREG/CR-6850 [4].

3.6 OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS

Alla brandtekniska analyser innehåller osäkerheter. En scenarioanalys hanterar dessa genom att utgå från varierande grad av konservativa val för de ingående variablerna. I syfte att kunna bedöma robustheten i analysens resultat rekommenderas att en känslighetsanalys genomförs.

Känslighetsanalysen bör omfatta en studie av påverkan på resultatet då en variabel i taget varieras. Dessa variabler beskrivs då med ett troligt högsta och ett troligt lägsta värde, tillsammans med det som utgör det så kallade grundvärdet. Genom att låta alla variabler utom en anta grundvärdet kan effekten på resultatet avläsas när den undersökta variabeln ändras inom sitt intervall. I vilken omfattning denna variation bör göras är beroende av problemställningen och graden av konservatism och osäkerhet i valda indata.

Om variationen mellan en variabels maximala och minimala värde endast ger en marginell effekt på det förväntade värdet (resultatet av analysen) behöver inte denna variabel behandlas vidare. I scenarioanalysen får det göras en bedömning av om variabeln är tillräckligt väl beskriven för att hantera den möjliga osäkerheten. Ett annat alternativ är att utöka graden av skyddsmekanismer för att på det viset minska sannolikheten att extrema värden förekommer alltför frekvent.

Ett annat möjligt sätt att genomföra känslighetsanalysen på är att i enlighet med NFPA 805 beskriva brand som överstiger ett eller flera prestandakriterier, ett så kallat *Limiting Fire Scenario*. Detta tas fram genom att variera indata till dess att skadekriterier överskrids. På detta sätt kan slutsatser dras avseende om det finns kombinationer av indata som är kritiska för analysen och vilken marginal för osäkerheter som finns. Om denna metod används bör åtminstone följande parametrar varieras tills feltillstånd resulterar: Effekttutveckling (HRR), tillväxthastighet eller flamspridningshastigheten, flammans emmissivitet, och placeringen av branden i förhållande till målet (om variabel).

Om valda indata ej är så kallade värsta troliga behöver analysen kompletteras med en mer avancerad känslighetsanalys där osäkerheten i variabeln undersöks i detalj. Detta kan göras genom att kombinera olika osäkerheter och genom att tilldela variablerna statistiska fördelningar i stället för punktskattningar.

3.7 DOKUMENTATION

Nedan beskrivs en struktur som är lämplig när analysen ska dokumenteras:

1. Målsättning
2. Skyddsobjekt
3. Analysområde
4. Referenser
5. Indata
6. Brandscenarion
7. Antaganden och förenklingar
8. Sammanfattning av beräknings- och analysresultat
9. Slutsatser
10. Bilagor

Specifikt bör beaktas att beskrivningen av brandscenarion (urvalsprocessen samt dimensionerande scenarion) bör vara tillräckligt tydlig för att informationen kan användas i framtida analyser.

3.8 EGENKONTROLL OCH GRANSKNING

Egenkontroll ska genomföras i enlighet med Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar [5] eller motsvarande. Behov av tredjepartskontroll i enlighet med Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar [5] bör utvärderas och genomföras i de fall detta bedöms erfordras.

4 REFERENSER

- [1] IAEA Safety Guide NS-G-1.7, Protection against internal fires and explosions in the design of nuclear power plants, NFPA 2004
- [2] BBRAD - Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2011:27 med ändring till och med BFS 2013:12.
- [3] NFPA 801 Standard for Fire Protection for Facilities Handling Radioactive Materials, NFPA 2014.
- [4] NUREG/CR-6850, EPRI/NRC-RES Fire PRA Methodology for Nuclear Power Facilities: Detailed Methodology, Final Report, NUREG/CR-6850, EPRI 1011989, Volume 2, 2005.
- [5] Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar, NBSG projekt 26#04, Lunds Tekniska Högskola report 3160, Lund 2011.
- [6] NFPA 805 NFPA 805: Performance-Based Standard for Fire Protection for Light Water Reactor Electric Generating Plants, 2015.
- [7] Brand i fordon - Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle, SKBdoc 1356923/1.0, 2012
- [8] Dimensionerande brandscenarion, Brand i sopsäck, ID 2046274, Ringhals, 2009