



Minnesanteckningar från avstämningsmöte mellan SSM och SKB angående kontroll och provning av kapseln

Tid och plats:

2014-06-05, 10:00-12:30
SSM

Deltagande:

SKB

Ulf Ronneteg
Thomas Grybäck
Jan Sarnet
Helene Åhsberg
Mikael Jonsson

SSM

Lars Skånberg
Giselle García Roldán (antecknare)
Michael Egan
Lena Sonnerfelt
Clara Angel

Syfte

Den 11 mars diskuterade SSM och SKB sökandens senaste kompletteringar till slutförvarsansökan med hänsyn till kapsel frågor, bland annat kontroll- och provningsfrågor. SSM tog upp ett antal frågor/synpunkter som finns detaljerade i mötesprotokollet (SSM 2011-1137-58).

Syftet med detta avstämningsmöte var att vidare diskutera följande frågor:

1. Redovisning av kravbild för oförstörande provning (OFP)
2. Redovisning av provbarhet med OFP
3. Plan för kommande arbete med förtydligande av kravbild för OFP
4. Kravbild för stållock, kassett mm
5. Förtydliganden gällande kvalificeringsprocessen (diskussion kring SSM:s grundläggande utgångspunkt och ev koppling till föreskrifter och andra krav)
6. Diskussion angående detaljeringsgrad för olika skeden i provningsprocessen, vad behöver SKB visa i detta skede för att göra det troligt för SSM att det kommer att vara möjligt att skapa en fullgod kvalificeringsprocess för kapseln och dess ingående delar?



Diskussion

Mötet inleddes med presentation av deltagare.

Vidare presenterade Lars Skånberg SSM:s resonemang och ståndpunkter kring kontroll och provningsfrågor gällande kapseln i tillståndsprövningsprocessen, se Bilaga 1.

SKB presenterade kraven som SKB ställer på insatsen, koppardelar inklusive svetsen samt planen för kommande arbete. Även provbarhet av komponenter och SKB:s kvalificeringsprocess presenterades, se Bilaga 2.

SSM påpekade att det är viktigt från OFP-synpunkt att SKB karakteriserar detekterade defekter som t.ex. plana eller volymetriska om SKB avser gå vidare med storleksbestämning. Defekterna behöver inte storleksbestämmas om SKB avser kassera defekta komponenter.

SSM förklarade att det var ett medvetet val att kapseln undantogs i SSMFS 2008:13, men att detta inte innebär att dessa föreskrifter inte alls gäller utan att de krav som kommer att ställas på kapseln kommer att vara strängare än det som anges i dessa föreskrifter. Detta på grund av att återkommande kontroll efter deponering inte är möjligt.

Vid detta skede av tillståndsprövningen behöver SKB presentera kopplingen mellan de olika troliga/möjliga defekter inklusive deras karakteristik och den OFP-teknik som avses användas. Detta kopplat till materialsammansättningen, struktur och geometrin för att kunna bedöma provbarheten av de olika kapselkomponenterna.

SSM förtydligade att myndighetens utgångspunkt gällande kvalificering är att slutprodukten (dvs. kapseln och dess komponenter) ska vara provad med kvalificerade provningssystem. SSM har inga invändningar mot att SKB avser att prova med kvalificerade metoder i olika skeden av tillverkningsprocessen.

SSM poängterade att vid kvalificeringen av provningssystemen ska relevanta, från OFP-synpunkt, defekter användas. Detta innebär att de simulerade defekterna med den teknik som används ska ge ett signalsvar som är representativt för de möjliga/troliga defekter som kan uppkomma under tillverkningsprocessen. Samma gäller vid framtagandet av så kallade POD-kurvor för att säkerställa provningens tillförlitlighet.

SKB frågade om SSM skulle acceptera en kvalificering utförd enligt finska krav i Finland i samarbete med Posiva. SSM förklarar att gällande kontrollordningen i Finland inte motsvarar den som finns i Sverige och därför kommer inte SSM att acceptera en sådan kvalificering. Omvänd ordning om Finland skulle acceptera en svensk kvalificering är en fråga för Posiva och STUK.

En ny rapport inkommer till SSM i september som redovisar statusen för utvecklingen av OFP samt innehåller en samlad redovisning av provningsstrategin, utvecklingen av OFP-teknik kopplad till respektive komponent, tillförlitligheten, kvalificeringen och ett resonemang avseende provbarhet. Denna rapport ersätter tidigare rapport SKBdoc 1179633 (Oförstörande provning av kapselkomponenter och svetsar), vilken är ett opublicerat dokument i ansökan.

Frågan nummer 4, "Kravbild för stållock, kassett mm", diskuterades inte under mötet.

Nästa möte

Nytt möte vid inlämnandet av nya rapporten. Datumet stäms av senare.



Bilaga 1: SSM Presentation



Strål
säkerhets
myndigheten
Swedish Radiation Safety Authority

Tillverkning och tillverkningskontroll- Utgångspunkter för SSM:s granskningar

Juni 2014



I tillståndsberedningskedet behöver SKB på ett övertygande sätt kunna visa att

- kapslar kommer att kunna serietillverkas så att de egenskaper som förutsätts i konstruktionsunderlaget uppnås
 - genom väl beprövade eller väl utprovade (kvalificerade) gjutnings-, formnings-, bearbetnings- och sammanfogningsprocesser
- såväl koppardel som gjutjärnsinsats blir kontroll- och provningsbara för att fortlöpande över tid
 - dels bekräfta att tillverkningsprocesserna fungerar som de ska,
 - dels säkerställa att det inte kvarstår några fel eller avvikelser i övrigt som har betydelse för strålsäkerheten under transport, deponering och slutlig förvaring

Juni 2014



Provbarhet beror av faktorer såsom

- Geometrier
- Materialsammansättning och materialstrukturer
- Troliga/möjliga defekter och deras
 - Placering, orientering, lutning, morfologi, täthet
- Största accepterbara defektstorlekar
 - dvs. vad som behöver kunna detekteras

Juni 2014



SKB behöver därför redan i detta skede ha klargjort

- vilka kvalitetskrav som ska uppnås för koppardel respektive gjutjärnsinsats,
- och i samband med detta har klargjort vilka acceptanskriterier i stort som ska tillämpas
 - avseende avvikelser i kemisk sammansättning, mekaniska egenskaper, defekter och andra felaktigheter som kan uppkomma under tillverkningens olika skeden om det blir störningar i processerna.

Juni 2014



Acceptanskriterierna kommer då också

- att bli styrande för vilken kontroll och provning som behöver utföras samt vilka krav som behöver ställas på kontrollförfaranden och provningssystem
- Med detta som grund behöver SKB kunna göra troligt att man kan få fram och demonstrera (kvalificera) kontrollförfaranden och provningssystem som uppfyller dessa krav

Juni 2014



Eftersom det inte kommer att finnas möjligheter gå tillbaka och kontrollera eller prova kapslar/kapseldelar

- om det längre fram visar sig uppkomma allvarliga fel eller brister som inte upptäckts tidigare **behövs långtgående bevisföring i form av processkvalificeringar**
- Detta behöver beskrivas på en rimlig nivå i tillståndsberedningsskedet för att sedan i efterföljande provningssteg fördjupas och preciseras samt genomförs

Juni 2014



Preliminära bedömningar: Brister i underlaget nu och olika syn

- Kvalitetskrav som ska uppnås, med tillhörande acceptanskriterier, är till del framtagna
- Inverkan på provningsmetodik av egenskaper och variationer (se bild 3) hos troliga/möjliga defekter är dock ännu inte klarställd
 - vilket leder till att de krav som behöver ställas på provningsmetodik inte har klarlagts tillräckligt
 - vilket då också leder till osäkerheter om alla kapseldelar kan anses vara "provningbara"
 - Kommer detta att kunna redas ut i tillståndsberedningsskedet?
- SSM och SKB har olika syn
 - på bl.a. kvalificeringsförfanden
 - I vissa avseenden behöver detta inte redas ut nu – kan hanteras i senare steg



Bilaga 2: SKB Presentation



Kontroll provning

2014-06-05

Förslag på agenda

- Redovisning av kravbild för OFP
- Plan för kommande arbete med förtydligande av kravbild för OFP
- Redovisning av provbarhet med OFP
- Förtydliganden gällande kvalificeringsprocessen
- Övergripande diskussion om föreskrifter (2008:13)
- Diskussion angående detaljeringsgrad för olika skeden i prövningsprocessen





Krav oförstörande provning – insats

Vid tillämpning av de deterministiska acceptanskriterierna vid provning gäller nedanstående.

Krav på detektering

Den acceptabla defektstorleken i de olika zonerna i insatsen ska kunna detekteras. För defekter som inte kan avgränsas till en zon tillämpas zonen med det strängaste kravet för acceptabel defektstorlek.

Krav på lägesbestämning

Defekters läge i relation till de definierade zonerna i insatsen ska kunna fastställas så att adekvat acceptanskriterium tillämpas.

Krav på karakterisering

Det ska kunna säkerställas att adekvat acceptanskriterium för defekten tillämpas. Närliggande defekter hanteras enligt figur A1 i appendix A, Dillström et al. (2008).

Krav på storleksbestämning

Det ska säkerställas att tillämpat acceptanskriterium för defekten kan uppfyllas.



Krav oförstörande provning – insats, forts

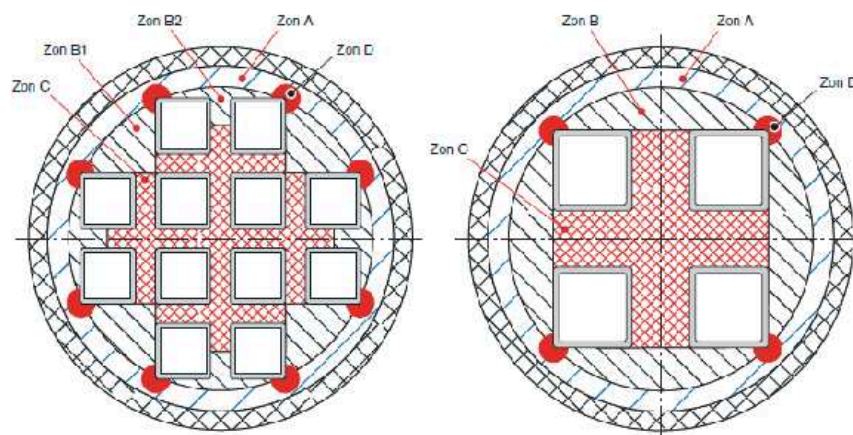
- Kraven på oförstörande provning har härletts utifrån verifierade beräkningar av kapselns mekaniska integritet.
 - För BWR-insatsen har kraven härlett utifrån R-10-11 för isostatlastfallet respektive TR-10-29 för skjuvlastfallet.
 - För PWR-insatsen har kraven härletts utifrån SKBdoc 1288288 ver 2.0 för både isostatlastfallet och skjuvlastfallet.
- Kraven för skjuvlast har härletts ur skjuvning vid 75%-läget längs insatsen i axiell led.
- Det är samma krav i axiell ledd men att insatsen utsätts för lägre påkänningar i ändarna, vilket kan leda till differentierade krav
- Kraven varierar över tvärsnittet på insatserna. Därför har tvärsnitten delats in i olika zoner i TR-10-28 för BWR och PWR.



Krav oförstörande provning – insats, forts

- Isostatlastfallet respektive skjuvlastfallet ger olika krav.
 - I isostatlastfallet är axiella sprickor kritiska för insatsens mekaniska integritet.
 - I skjuvlastfallet är det däremot de sprickor som ligger tvärs den axiella dragspänningen som är styrande för insatsens mekaniska integritet.
- Olika defekter har identifierats och dess mekaniska egenskaper har använts för att härleda acceptanskriterier för respektive defekt.
- En defekt i insatsen kan anses vara sprickliknande eller en volymetrisk defekt med avseende på kapselns mekaniska integritet.
- Varmsprickor och dross(slagg) anses sprickliknande, övriga defekter anses volymetriska.

Zonindelning av BWR- och PWR-insats



Zonindelning enligt figur 6-1 i Raiko et al. (2010).

Acceptanskriterier sprickliknande defekter-BWR

- Kraven varierar från de olika zonerna, men det finns också särskilda krav för avståndet 0-2 mm från ytan, dessa anses vara ydefekter.
- På djup större än 2 mm anses defekterna vara inre defekter.

Tabell 6-3. Acceptanskriterier för sprickliknande defekter i axiell- och omkretsled, BWR insatser

(Zonindelning enligt figur 6-1)

Defekt	Riskområde					Riktning	Acceptanskriterier halvelliptisk form djup/längd mm ¹⁾					
	A	B1	B2	C	D		A 0-2 mm från ytan	A >2 mm från ytan	B1	B2	C	D
Dross (slag)	x	x	x	x	x	Axiell	37	37	65	50	24	32
							222	222	393	300	144	196
Vannspricka ¹⁾					x	Axiell	37	37	65	50	24	37
							222	222	393	300	144	196
Dross (slag)	x	x	x	x	x	Omkretsled	Acceptanskriterier elliptisk form djup/längd (mm) ¹⁾					
							4,5 ²⁾	>10	>10	>10	>10	>10
							27	>60	>60	>50	>60	>60
							Acceptanskriterier cirkelformad defekt djup/längd (mm)					
8,2 ³⁾	>10	>10	>10	>10	>10							
16,4	>10	>10	>10	>10	>10							



Acceptanskriterier sprickliknande defekter-PWR

- Kraven varierar från de olika zonerna, men det finns också särskilda krav för avståndet 0-2 mm från ytan, dessa anses vara ydefekter.
- På djup större än 2 mm anses defekterna vara inre defekter.

Tabell 6-4. Acceptanskriterier för sprickliknande defekter i axiell- och omkretsled, PWR insatser

(Zonindelning enligt figur 6-1)

Defekt	Riskområde				Riktning	Acceptanskriterier halvelliptisk form djup/längd (mm) ¹⁾				
	A	B	C	D		A 0-2 mm från ytan	A >2 mm från ytan	B	C	D
Dross (slag)	x	x	x	x	Axiell	53	53	112	104	31
						318	318	672	672	186
Vannspricka ¹⁾				x	Axiell	53	53	112	104	31
						318	318	672	672	186
Dross (slag)	x	x	x	x	Omkretsled	Acceptanskriterier elliptisk form djup/längd (mm) ¹⁾				
						11,1 ²⁾	>10	>10	Beräkningar saknas	>10
						24,6	>60	>60	Beräkningar saknas	>60
						Acceptanskriterier cirkelformad defekt djup/längd (mm)				
7,5 ³⁾	>10	>10	Beräkningar saknas	>10						
15	>10	>10	Beräkningar saknas	>10						

¹⁾ Djup/längd = 1/5

²⁾ Halvelliptisk ydefekt, djup/längd = 1/6

³⁾ Halvcirkulär ydefekt

⁴⁾ I den inre delen i denna zon är den acceptabla storleken: >20 mm.



Acceptanskriterier volymetriska defekter-BWR & PWR

- Kraven varierar från de olika zonerna, där det verifierats för isostatlastfallet. Volymetriska defekter har även påverkan på skjuvlastfallet. Fullständig verifiering av kraven för skjuvlastfallet har inte gjorts ännu.

Tabell 6 1. Acceptanskriterier för volymetriska tillverkningsdefekter, BWR insatser.
(Zonindelning enligt figur 6-1)

Defekt	Riskområde					Acceptanskriterier diameter (mm)				
	A	B1	B2	C	D	A	B1	B2	C	D
Inre sugning		x				40	50 ¹⁾	20 ¹⁾	20 ¹⁾	20
Område med sugningsporer	x	x	x	x	x					
Kärnstodsbläsa		x	x	x	x					
Gasbläsor	x	x	x	x	x					

¹⁾ Kravet endast verifierat för isostatiska laster

Tabell 6 2. Acceptanskriterier för volymetriska tillverkningsdefekter, PWR insatser.
(Zonindelning enligt figur 6-1)

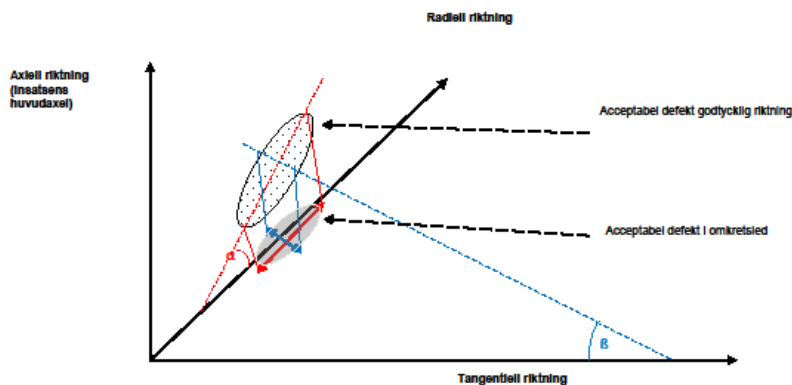
Defekt	Riskområde				Acceptanskriterier diameter (mm)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Inre sugning		x			80	100 ¹⁾	100 ¹⁾	20
Område med sugningsporer	x	x	x	x				
Kärnstodsbläsa		x	x	x				
Gasbläsor	x	x	x	x				

¹⁾ Kravet endast verifierat för isostatiska laster



Acceptanskriterier för sprickliknande defekter med godtycklig riktning

Lutningen mot omkretsplanet hos sprickliknande defekter påverkar den acceptabla defektstorleken.





Plan för kommande arbete - Insats

- Fördjupa beskrivning av defekter, ex slagg är inte "plana sprickor". Detta innebär undersökning av en större mängd verkliga defekter ur en population av "gamla" insatser
- Det återstår även att visa på de olika defekternas mekaniska egenskaper, kan de betraktas som sprickliknande eller ej med avseende på kapselns mekaniska integritet?
 - Defekternas brottmekaniska karakteristik bör verifieras med lämplig mekanisk provning av segjärn.
- Kompletterande beräkningar för att uppdatera acceptanskriterier för de inre delarna av insatsen för sprickliknande defekter.
- Arbete pågår med att genomföra globalsimuleringar för BWR, modellerna innehåller minskat kantavstånd och stagplåtar. Klart sommar 2014.
 - Skadetålighetsanalyser planeras både för BWR och PWR med minskat kantavstånd och stagplåtar för skjuvlastfallet och isostatlastfallet. Klart oktober 2014.
 - Eventuellt påverkas acceptabla defektstorlekar vilket påverkar kraven för OFP.
- Kanalrören, stagplåtarna och andra ingjutna ståldetaljer samt stållocket planeras köpas in med certifikat.
- Utredda vilka provningsbegränsningar som kan tillåtas (områden mellan stagplåtar samt i anslutning till kasset)
- Översyn av kravbild för kassetens svetsar
- Fastställa med vilken konfidens som OFP ska detektera acceptabel defektstorlek



2014-06-17

Möte inom kontroll provning SKB-SSM

11

Krav oförstörande provning – koppar

Krav på detektering

Övergripande är ett krav vid inspektion att defekter med ca halva den acceptabla defektstorleken ska kunna detekteras.

Krav på lägesbestämning

Med lägesbestämning avses en lokalisering av defekter i komponenten.

Krav på karakterisering

Som en följd av att kopparen inte visat sig vara känslig för spricktillväxt ur ett brottmekaniskt perspektiv enligt Raiko et al. (2010) finns inget motiv till att karakterisera defekter.

Krav på storleksbestämning

Med storleksbestämning avses att fastställa defektens storlek med syfte att säkerställa korrosionsbarriärens tjocklek i den färdiga kapseln.



2014-06-17

12



Krav oförstörande provning – koppar, forts.

- Koppardetaljerna tillverkas genom gjutning, varmformning och maskinbearbetning. Det medför att inspektion kan ske vid flera olika tillfällen under tillverkningens steg.
- Principen är att provningen kan göras när den är mest fördelaktigt ur provningssynpunkt och att provningen syftar till att säkerställa att kvaliteten från föregående processteg.
- Provning vid tillverkning av kopparrör planeras enligt följande:
 - Koppargöt, ytdefekter
 - Blocker, ytdefekter och inre defekter
 - Kopparrör, ytdefekter och inre defekter
- Provning vid tillverkning av kopparlock planeras enligt följande:
 - Koppargöt, ytdefekter
 - Kopparlock, ytdefekter och inre defekter
- Acceptanskriterierna har härletts ur simuleringar av extrusionsprocessen respektive smidesprocessen samt tillåten lokal reduktion av koppartjockleken enligt tabell 7-3 i TR-10-14.
- Alla defekter utom exogena slagger, är ytdefekter



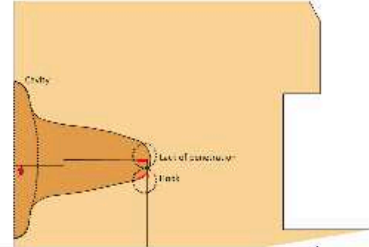
Plan för kommande arbete – Koppar

- Kravbild behöver förtydligas med krav på utbredning på ytan för defekter
- Tydliggöra kravbild med avseende på karakteristik på ytdefekter (ex oxiderade)
- Fastställa med vilken konfidens som OFP ska detektera kravbildens defektstorlekar



Krav oförstörande provning – FSW

- Beskrivning av defekter som OFP ska detektera
 - Kavitet
 - Foglinjeböjning
 - Kvarvarande fog



Defekt	Nominell position färdigbearbetad kapsel [mm]			Beskrivning	
	Axiell (från locket ovasida)	Radiell (från yttre mantelytan)	Omkretsledd	Orientering	Form
Kavitet	60-80	0-20	Slumpmässig	Slumpmässig	Oregelbunden
Foglinjeböjning	60-75	40-50	Slumpmässig	20°±1,5° från horisontella planet	Följer nedre svetskonturen
Kvarvarande fog	60	40-50	Slumpmässig	Horisontell (när större än 1 mm)	Plan

- Krav på detektering och storleksbestämning av defekter vid OFP

Defekt	Krav på detektering, radiell utbredning ¹⁾	Krav på storleksbestämning för att säkerställa radiell utbredning ²⁾	Krav på axiell lägebestämning	Krav på bestämning i omkretsledd
Kavitet	≥ 5 mm	≤ 5 mm	N/A	N/A
Foglinjeböjning	≥ 5 mm	≤ 5 mm	N/A	N/A
Kvarvarande fog	≥ 5 mm	≤ 5 mm	N/A	N/A

¹⁾ Innebar att alla defekter större än eller lika med 5 mm radiell utbredning ska detekteras.

²⁾ Innebar att storleksbestämningen ska säkerställa att ingen defekt överskrider 5 mm radiell utbredning.



Provbarhet - oförstörande provning

- Rapport "Non-destructive testing of canister components and welds"
 - Redovisning av status för utveckling av OFP
 - Samlad redovisning av provningsstrategi, utveckling av OFP-teknik kopplad till resp komponent, tillförlitlighet, kvalificering och resonemang avseende provbarhet
 - Granskning pågår och rapporten beräknas färdig i september





Provbarhet - oförstörande provning, exempel

- Utdrag ur granskningsversion av OFP-rapporten
 - The normal incidence ultrasonic technique (UT31) can be used for to determine the edge distance. However, it still remains to determine the accuracy of the applied technique.
 - Volumetric defects (e.g. blowholes) in the volume outside the cassette can be assessed to be detected by high reliability. The assessment is based on the POD-calculations presented in section 7.1.1 where the UT31 technique shows $a_{90/95}$ values for side-drilled holes smaller than 1 mm and that the acceptance criteria allow defects in the centimetre scale.



OFP - Kvalificeringsprocessen

- PAKT- dokumenten
 - Kärnkraftverkens tolkning av kraven i SSMFS 2008:13
 - PAKT - dokumenten är ej granskade eller godkända av SSM
 - PBM1 + PBM2 kan dock ge ett bidrag till SKB:s egen kvalificeringsmetodik
- SSMFS 2008:13 äger inte tillämpning för kapseltillverkningen





OFP - Kvalificeringsprocessen

- PAKT- dokumenten
 - Kärnkraftverkens tolkning av kraven i SSMFS 2008:13
 - PAKT - dokumenten är ej granskade eller godkända av SSM
 - PBM1 + PBM2 kan dock ge ett bidrag till SKB:s egen kvalificeringsmetodik
- SSMFS 2008:13 äger inte tillämpning för kapseltillverkningen



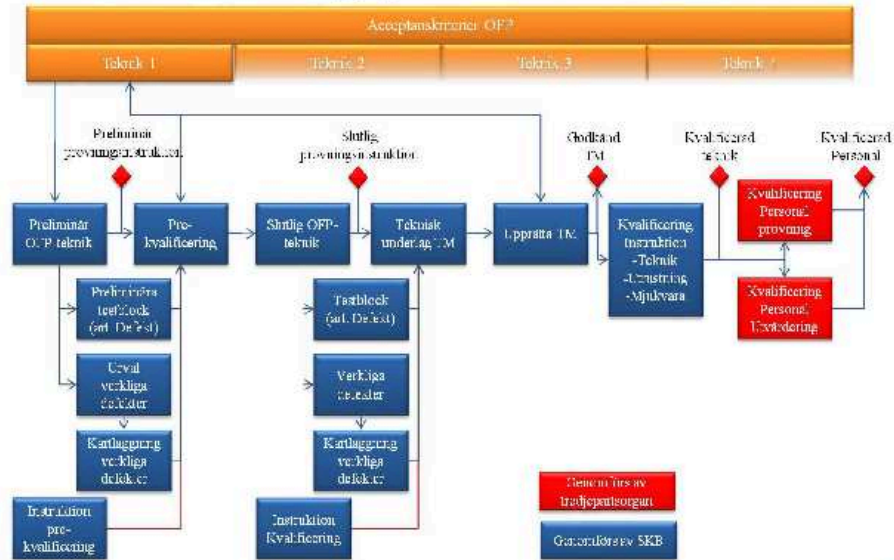
OFP - Kvalificeringsprocessen

- Aktörer vid kvalificering av provningssystem (differentiering):
 - SKB ansvarar för kvalificeringen
 - Kvalificeringen är i varierande grad "övervakad och bedömd" av ett tredjepartsorgan





OFP - Kvalificeringsprocessen



OFP - Kvalificeringsprocessen

- Detektera, karakterisera och storleksbestämma - Varför?
 - Detektera: Krav att detektera angivna defekter av angiven storlek/omfattning
 - Karakterisera: Diskriminera signalsvar från olika defekttyper med olika kravbild för selektiv resultatshantering
 - Storleksbestämma: Normalt endast avgöra relationen till kravdimension dvs större eller mindre än





OFP - Kvalificeringsprocessen

- Kvalificeringsdefekter för bedömning av provningssystemets förmåga
 - Artificiella defekter FBH, SDH
 - Verklighetstroga defekter
- Korrelation mellan defekt och signalsvar baserat på
 - På förhand väldefinierade defekter
 - Efterhandsanalys av defekt genom t ex metallografi och datortomografi
- Simuleringar
 - För att underbygga tekniska motiveringen med avseende på exempelvis olika defekt- resp provningsparametrar

