

PBM1

PROVNINGSBESTÄMMELSER

FÖR

MEKANISKA ANORDNINGAR

Utgåva 6, 2013-02-13

Detta dokument är gemensamt framtaget av de svenska kärnkraftsföretagen.
All uppdatering skall ske i samråd dem emellan.

Godkänd:

Göran Ekbohm FKA, Erik Lindén OKG och Anders Richnau RAB

Verksförvaltare av PAKT-dokumenterna

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	ALLMÄNT	8
1.1	Bakgrund	8
1.2	Syfte och användning	8
1.3	Kvalificering av oförstörande provningssystem	8
2	TILLÄMPNINGSOMRÅDE, DEFINITIONER OCH FÖRKORTNINGAR	9
2.1	Tillämpningsområde	9
2.2	Definitioner	9
2.3	Förkortningar	10
3	BESTÄMMELSER OM ÅTERKOMMANDE KONTROLL	12
3.1	Kontrollgruppsindelning (SSMFS 2008:13, 3 kap, 1 §)	12
3.1.1	Ändamål	12
3.1.2	Riskvärdering	12
3.1.3	Kontrollgrupper	13
3.1.4	Årlig översyn.....	14
3.2	Grunder för kontrollen (SSMFS 2008:13, 3 kap, 2 §)	14
3.2.1	Allmänt	14
3.3	Kontrollomfattning och kontrollintervall (SSMFS 2008:13, 3 kap, 3-8 §§)	15
3.3.1	Fortlöpande avsyning, undersökning samt övervakning	15
3.3.2	Återkommande kontroll av reaktortryckkärlsdelar samt övriga mekaniska anordningar	16
3.3.3	Återkommande kontroll av trycksatta anordningar	16
3.4	Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande föreskrivna områden (SSMFS 2008:13, 3 kap, 4 §)	16
3.4.1	Allmänt	16
3.5	Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande kontrollgrupp A och B (SSMFS 2008:13, 3 kap, 5 §)	17
3.5.1	Allmänt	17
3.6	Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande bestrålade provstavar (SSMFS 2008:13, 3 kap, 6 §)	17
3.6.1	Allmänt	17
3.7	Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande tryckavsäkringsutrustning (SSMFS 2008:13, 3 kap, 7 §)	18
3.7.1	Allmänt	18
3.8	Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande rörelsedämpare (SSMFS 2008:13, 3 kap, 8 §)	18
3.8.1	Allmänt	18
3.9	Kontrollprogram och utförande (SSMFS 2008:13, 3 kap, 9 §)	19
3.9.1	Allmänt	19
3.10	Provning vid återkommande kontroll (SSMFS 2008:13, 3 kap, 10 §) ..	21
3.10.1	Allmänt	21
3.11	Kvalificering av provningssystem avsedd för reaktortryckkärl och anordningar i kontrollgrupp A och B (SSMFS 2008:13, 3 kap, 11 §) ...	21
3.11.1	Allmänt	21
3.12	Åtgärder efter återkommande kontroll (SSMFS 2008:13, 3 kap, 12 §) 22	22
3.12.1	Allmänt	22
4	BESTÄMMELSER OM REPARATIONER, UTBYTEN SAMT OM- OCH TILLBYGGNADER	23
4.1	Allmänt	23
4.1.1	Reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnaders påverkan på kontrollgruppering.....	23

5	BESTÄMMELSER OM KONTROLL AV ÖVERENSSTÄMMELSE SAMT ÅRLIG RAPPORTERING.....	24
5.1	Intygande om överensstämmelse (SSMFS 2008:13, 5 Kap, 1 §)	24
5.1.1	Allmänt	24
5.2	Anläggningsändringar (SSMFS 2008:13, 5 Kap, 2 §)	25
5.2.1	Allmänt	25
5.3	Tillverkningskontroll (SSMFS 2008:13, 5 Kap, 3 §)	25
5.3.1	Allmänt	25
5.4	Årsrapportering (SSMFS 2008:13, 5 Kap, 4 §)	25
5.4.1	Allmänt	25
6	KONTROLLGRUPPERING AV REAKTORTRYCKKÄRL	27
6.1	Bakgrund	27
6.2	Syfte	27
6.3	Förutsättningar för kontrollgruppering av reaktortryckkärl	27
6.4	Principer för kontrollgruppering av reaktortryckkärl	28
6.5	Metodik för kontrollgruppering av reaktortryckkärl	28
6.5.1	Föreskrivna områden.....	28
6.5.2	Omfattning av kontrollgruppsindelningen	29
6.5.3	Bestämning av konsekvensindex.....	29
6.5.4	Bestämning av skadeindex.....	30
6.6	Årlig översyn av kontrollgruppsindelningen.....	30
6.7	Riktlinjer för bestämning av konsekvensindex för reaktortryckkärl... 	30
6.7.1	Konsekvensindex för reaktortryckkärl BWR.....	30
6.7.2	Konsekvensindex för reaktortryckkärl PWR.....	32
6.8	Riktlinjer för bestämning av skadeindex för reaktortryckkärl	33
6.8.1	Omfattning vid bedömning av skadeindex	33
6.8.2	Skadeindex för reaktortryckkärl	34
7	KONTROLLGRUPPERING AV INTERNA DELAR I REAKTORTRYCKKÄRL	40
7.1	Bakgrund	40
7.2	Syfte	40
7.3	Förutsättningar för kontrollgruppering av interna delar i reaktortryckkärl	40
7.4	Principer för kontrollgruppering av interna delar i reaktortryckkärl... 	41
7.5	Metodik vid kontrollgruppering av interna delar i reaktortryckkärl	41
7.5.1	Bestämning av konsekvensindex.....	41
7.5.2	Bestämning av skadeindex.....	42
7.6	Årlig översyn av kontrollgruppsindelningen.....	43
7.7	Riktlinjer för bestämning av skadeindex för interna delar i reaktortryckkärl	43
7.7.1	Omfattning vid bedömning av skadeindex	43
7.7.2	Skadeindex för interna delar i reaktortryckkärl	44
8	KONTROLLGRUPPERING AV RÖRLEDNINGAR OCH TRYCKBÄRANDE ANORDNINGAR INKLUSIVE AVSÄKRINGSUTRUSTNING OCH RÖRELSEDÄMPARE	52
8.1	Bakgrund	52
8.2	Syfte	52
8.3	Förutsättningar för kontrollgruppering av rörledningar och tryckbärande anordningar	52
8.4	Principer för kontrollgruppering av rörledningar och tryckbärande anordningar	53
8.5	Metodik vid kontrollgruppering av rörledningar och tryckbärande anordningar	53
8.5.1	Omfattning av kontrollgruppsindelningen	53
8.5.2	Bestämning av konsekvensindex.....	53
8.5.3	Bestämning av Skadeindex	55

8.5.4	Kontrollgruppering av säkerhetsventiler och icke mekanisk tryck- eller temperaturavsäkringsutrustning.....	56
8.5.5	Kontrollgruppering av rörelsedämpare.....	56
8.6	Årlig översyn av kontrollgruppsindelningen.....	56
8.7	Riktlinjer för bestämning av konsekvensindex för Rörledningar och tryckbärande anordningar	56
8.7.1	Konsekvensindex för rörledningar och tryckbärande anordningar BWR ...	56
8.7.2	Konsekvensindex för rörledningar och tryckbärande anordningar PWR ...	58
8.8	Riktlinjer för bestämning av skadeindex för rörledningar och tryckbärande anordningar	61
8.8.1	Omfattning vid bedömning av skadeindex	61
8.8.2	Skadeindex för Rörledningar och tryckbärande anordningar	61
9	KONTROLLOMFATTNING.....	70
9.1	Bakgrund	70
9.2	Syfte	70
9.3	Avgränsningar	70
9.4	Förutsättningar.....	70
9.5	Principen för bestämning av kontrollomfattning	71
9.5.1	Kontrollurval	71
9.5.2	Kontrollomfattning	71
9.6	Metodik vid bestämning av kontrollomfattning för anordningar som hänförs till SSMFS 2008:13 3 kap 4-5 §.....	71
9.6.1	Kontrollurval	71
9.6.2	Kontrollomfattning	73
9.7	Metodik vid bestämning av kontrollomfattning för anordningar som hänförs till SSMFS 2008:13 3 kap 7 §.....	74
9.7.1	Mekanisk tryckavsäkringsutrustning	74
9.7.2	Övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning.....	74
9.8	Metodik vid bestämning av kontrollomfattning för anordningar som hänförs till SSMFS 2008:13 3 kap 8 §.....	75
9.9	Kontrollurval vid många identiska anordningar i kontrollgrupp B	75
10	KONTROLLINTERVALL.....	78
10.1	Bakgrund	78
10.2	Syfte	78
10.3	Förutsättningar för bestämning av kontrollintervall	78
10.4	Principer för bestämning av kontrollintervall.....	79
10.4.1	Intervall föreskrivna områden (F) enligt SSMFS 2008:13.....	79
10.4.2	Intervall Kontrollgrupp A och B	79
10.5	Metodik vid bestämning av kontrollintervall	80
10.5.1	Beräkning av kontrollintervall med hjälp av skadetålighetsanalyser.....	80
10.5.2	Tilldelning av intervall i föreskrivna områden (F) samt kontrollgrupp A och B80	
10.6	Allmänna råd vid bestämning av kontrollintervall för återkommande kontroll av mekaniska anordningar enligt SSMFS 2008:13.....	81
10.6.1	Metodik vid bestämning av kontrollintervall.....	81
11	TILLÄMPNING AV GÄLLANDE FÖRESKRIFTER FÖR FORTLÖPANDE AVSYNING OCH BESIKTNING AV TRYCKSATTA ANORDNINGAR	84
11.1	Bakgrund	84
11.2	Syfte	84
11.3	Förutsättningar.....	84
11.4	Besiktning av trycksatta anordningar.....	84
11.5	Fortlöpande avsyning under revision	84
11.6	Reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader	84
12	PRINCIPER, METODER OCH TILLVÄGAGÅNGSSÄTT FÖR RISKINFORMERAD (RI-ISI) KONTROLLGRUPPSINDELNING AV MEKANISKA ANORDNINGAR.....	85

12.1	Bakgrund	85
12.2	Syfte	85
12.3	Förutsättningar för riskinformerad kontrollgruppsindelning av mekaniska anordningar	85
12.4	Principer för riskinformerad kontrollgruppsindelning av Mekaniska anordningar	85
12.4.1	Innehåll i kontrollgruppsindelningen.....	86
12.4.2	Konsekvensutvärdering.....	86
12.4.3	Rörbrottsanalys	87
12.4.4	Riskutvärdering	87
12.4.5	Utvärdering av resultat	88
12.4.6	Utformning av kontrollgruppsindelning.....	89
12.4.7	Riskreducering vid återkommande kontroll	90
12.4.8	Årlig översyn av kontrollgruppsindelning.....	90
13	PROVNING AV BESTRÅLAT TRYCKKÄRLSMATERIAL-SURVEILLANCEPROVNING.....	91
13.1	Bakgrund	91
13.2	Tillämpning	91
13.3	Provning.....	92
13.4	Redovisning.....	92
13.5	Gränsvärden surveillacemetodiken	93
14	KONTROLL AV MEKANISK TRYCKAVSÄKRINGSUTRUSTNING	94
14.1	Allmänt.....	94
14.2	Kontroll av mekaniska säkerhetsventiler	94
14.2.1	Allmänt	94
14.2.2	Funktionsprovning i bänk.....	94
14.2.3	Funktionsprovning i trycksatt system	95
14.2.4	Utökad kontroll av säkerhetsventiler som funktionsprovas i trycksatt system.....	95
14.2.5	Förlängning av intervall	95
14.3	Kontroll av övrig mekanisk tryckavsäkringsutrustning.....	95
14.4	Riktlinjer för upprättande av instruktion för kontroll av tryckavsäkringsutrustningar	96
15	ÖVRIG TRYCK- OCH TEMPERATURAVSÄKRINGSUTRUSTNING	97
15.1	Definition av övrig tryck- och temperaturavsäkrings-utrustning.....	97
15.2	Funktionskontroll och säkerhetsanalys	97
15.3	Provningsunderlag och instruktioner.....	97
15.4	Granskning av underlag.....	97
16	RÖRELSEDÄMPARE	98
16.1	Allmänt.....	98
16.2	Utförande	98
16.3	Riktlinjer för upprättande av instruktion för funktionskontroll av rörelsedämpare	98
17	FORTLÖPANDE AVSYNING AV TRYCKSATTA ANORDNINGAR	99
17.1	Allmänt.....	99
17.2	Fortlöpande avsyning	99
17.2.1	Fortlöpande avsyning under drift	99
17.2.2	Avsyning under revision	99
17.2.3	Fortlöpande avsyning som ersättning för systemkontroll	99
17.2.4	Avsyningsprogram.....	100
17.2.5	Intervall.....	100
17.2.6	Kompetens	100
17.2.7	Genomförande	100
17.2.8	Åtgärder föranledda av avsyningen	100
17.2.9	Dokumentation	100
17.2.10	Ackrediterat kontrollorgan roll vid avsyning.....	101

18	FORTLÖPANDE AVSYNING AV MEKANISKA ANORDNINGAR.....	102
18.1	Allmänt.....	102
18.1.1	Fortlöpande avsyning av mekaniska anordningar.....	102
18.1.2	Fortlöpande avsyning under drift.....	102
18.1.3	Avsyning under revision.....	102
18.1.4	Avsyningsprogram.....	102
18.1.5	Intervall.....	103
18.1.6	Kompetens.....	103
18.1.7	Genomförande.....	103
18.1.8	Åtgärder föranledda av avsyningen.....	103
18.1.9	Dokumentation.....	103
18.1.10	Akrediterat kontrollorgans roll vid avsyning.....	103
19	ÅTERKOMMANDE BESIKTNING AV TRYCKSATTA ANORDNINGAR	104
19.1	Allmänt.....	104
19.2	Indelning i besiktningsklasser.....	104
19.2.1	Kontrollomfattning.....	104
19.2.2	In- och utvändig undersökning av tryckkärl, vakuumkärl samt cistern.....	104
19.2.3	In- och utvändig undersökning av rörledning.....	105
19.2.4	Driftprov.....	105
19.2.5	Egenkontroll av trycksatta anordningar besiktningsklass C.....	105
20	ÅTERKOMMANDE KONTROLL AV GASFLASKOR OCH GASPAKET	106
20.1	Allmänt.....	106
20.2	Fortlöpande avsyning av gasflaskor.....	106
20.2.1	Återkommande kontroll av stationära gasflaskor.....	106
20.2.2	Driftprov av gasflaskor.....	106
20.2.3	In- och utvändig undersökning av stationär gasflaska.....	106
20.2.4	Invändig kontroll av stationär gasflaska.....	106
20.2.5	Intervall för återkommande kontroll.....	107

REVISIONSFÖRTECKNING – PBM1

Utgåva	Ändringsorsak	Berörda sidor	Datum
2	Genomgripande uppdatering på grund av ”Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om ändring i kärnkraftinspektionens föreskrifter (SKIFS 1994:1) om mekaniska anordningar i kärntekniska anläggningar ”, SKIFS 1996:1 samt synpunkter från tillståndshavarna och SAQ kontroll AB Kärntekniks granskning av utgåva 1.	Helt omarbetad	1997-05-01
3	I väntan på myndighetens svar på utredning av konsekvensindex för interna delar i reaktortryckkärl har denna utgåva enbart ny LOGO.	Första sidan	1999-10-05
4	Genomgripande uppdatering på grund av ”Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om ändring i kärnkraftinspektionens föreskrifter, SKIFS 2000:2 samt synpunkter och erfarenheter från tillståndshavarna.	Till stora delar helt omarbetad	2001-04-01
5	Genomgripande uppdatering på grund av ny föreskrift, SKIFS 2005:2 om mekaniska anordningar i vissa kärntekniska anläggningar samt tillståndshavarnas gemensamma tolkning av densamma, PMT 2004.	Helt omarbetad	2008-0X-XX
6	Redaktionella ändringar	Hela dokumentet	2013-02-13

1 ALLMÄNT

1.1 Bakgrund

PBM1, "Provningsbestämmelser för mekaniska anordningar", är ett av de svenska kärnkraftföretagen gemensamt framtaget tillämpningsdokument, vilket utgör en gemensam tolkning för att uppfylla:

- kraven i SSMFS 2008:13 samt däri hänvisade krav i SSMFS 2008:1
- krav på att trycksatta anordningar, vars integritet har betydelse för personalens skydd mot ohälsa och olycksfall, skall genomgå återkommande kontroll som svarar mot bestämmelserna i de av Arbetsmiljöverket (AV) utgivna föreskrifterna AFS 2005:3. (Se bilaga 6 gällande gränsdragning mellan SKI och AV).
- tillståndshavarnas egna krav
- den nivå på provning, kontroll och redovisning tillståndshavarna anser krävs för att ackrediterat kontrollorgan skall kunna intyga om överensstämmelse med kraven i SSMFS 2008:13.

1.2 Syfte och användning

PBM1 avser att klarställa och uttolka kraven i SSMFS 2008:13, 3 kap, "Bestämmelser om återkommande kontroll".

PBM1 utgör riktlinjer för upprättande av detaljerade anläggnings specifika dokument över kontrollgruppsindelning, kontrollomfattning, kontrollintervall samt genomförandet av återkommande kontroll.

1.3 Kvalificering av oförstörande provningssystem

För den gemensamma tolkningen och uppfyllande av kraven i SSMFS 2008:13, 3 kap, 11§ gällande kvalificering av oförstörande provningssystem, samt handläggning av dessa frågor, hänvisas till **PBM2**.

2 TILLÄMPNINGSOMRÅDE, DEFINITIONER OCH FÖRKORTNINGAR

2.1 Tillämpningsområde

De kärntekniska anläggningar som omfattas av dessa bestämmelser är:

- Forsmark 1, 2 och 3
- Oskarshamn 1, 2 och 3
- Ringhals 1, 2, 3 och 4.

Provningsbestämmelserna gäller för återkommande kontroll av sådana mekaniska anordningar som ingår i primärsystemet eller i inneslutningsbarriären eller i säkerhets-, drift- och hjälpsystemen i kärnkraftsreaktorer.

PBM1 gäller dock inte för:

- rörliga maskindelar i pumpar, turbiner, motorer och generatorer samt styrdon för reaktivitetskontroll
- lyftanordningar och lyftredskap

PBM1 gäller inte för följande områden pga de tillämpningsbestämmelser som anges i SSMFS 2008:13, 1 kap. 1 §:

- mekaniska delar i kärnbränsleknippen
- behållare som används för transport av kärnämne och kärnavfall
- mekaniska anordningar som används vid hantering, bearbetning, lagring eller slutlig förvaring av kärnavfall samt sådana behållare som avses användas för kärnavfall.

PBM1 gäller inte heller för:

- sådan öppen cistern avsedd för brandfarlig vätska för vilken föreskrifter har meddelats med stöd av förordningen (SFS 2010:1075) om brandfarliga och explosiva varor.
- sådan rörledning för brandfarlig vätska för vilken föreskrifter har meddelats med stöd av förordningen om brandfarliga och explosiva varor och som används mellan objekt som inte är tryckkärl eller vakuumkärl.

2.2 Definitioner

En för tillståndshavarna gemensam lista på definitioner har utarbetats, se bilaga 1.

2.3 Förkortningar

I dessa bestämmelser används följande förkortningar:

ABM	Allmänna bestämmelser för mekaniska anordningar
AFS	Arbetsmiljöverkets författningssamling
AIS	Anvisningar för icke-mekanisk säkerhetsutrustningar, utgiven av Tryckkärlsstandardiseringen
AK	Ackrediterat kontrollorgan
AL	Ackrediterat laboratorium
AO	Ackrediterat organ enligt AFS
ANS	American Nuclear Society
ANSI	American National Standards Institute
ASME	The American Society of Mechanical Engineers
AV	Arbetsmiljöverket
BWR	Boiling Water Reactor
CDF	Core Damage Frequency
CCDP	Conditional Core Damage Probability
CFR	Codes of Federal Regulations
DN	Nominell storlek, enligt SS 324
DP	Driftprov
Dy	Ytterdiameter i mm
FK	Funktionskontroll
FSAR	Final Safety Analysis Report, se även SAR
FTKA	Föreskrifter för tryckkärlssäkerhet i kärnkraftanläggningar och i anläggningar för lagring av använt kärnbränsle (SKI:s tidigare föreskrift)
HAZ	Heat Affected Zone
HSS	High Safety Significant
IGSCC	Intergranular Stress Corrosion Cracking
IU	In- och utvändig undersökning
KBM	Kvalitetsbestämmelser för mekaniska anordningar
KO	Kvalificeringsorgan
LERF	Large Early Release Frequency
LOCA	Loss of Coolant Accident
OFP	Oförstörande provning

PBM	Provningsbestämmelser för mekaniska anordningar
PWR	Pressurized Water Reactor
RMS	Root mean square
RCPB	Reactor Coolant Pressure Boundary
RN	Rörledningsnormer
RRW	Risk Reduction Worth
SAR	Safety Analysis Report. (PSAR = ”Preliminär” SAR)
SRM	Structural Reliability Model
SSMFS	Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling
STAFS	Styrelsens för ackreditering och teknisk kontroll författningssamling
SWEDAC	Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll
TBM	Tekniska bestämmelser för mekaniska anordningar
TH	Tillståndshavare (av kärntekniska anläggningar)
TM	Teknisk motivering
ÅG	Ånggenerator
ÅK	Återkommande kontroll

3 BESTÄMMELSER OM ÅTERKOMMANDE KONTROLL

3.1 Kontrollgruppsindelning (SSMFS 2008:13, 3 kap, 1 §)

3.1.1 Ändamål

Mekaniska anordningar i anläggningen skall indelas i kontrollgrupperna A-C för att styra omfattning och inriktning av återkommande kontroll. Undantag görs för dels interna delar som har till uppgift att skydda tryck- och lastbärande anordningar, dels mekaniska anordningar som utgör delar av reaktorinneslutningen.

3.1.1.1 Förenklad kontrollgruppering

För tryck- och temperaturavsäkringsutrustning samt rörelsedämpare kan en förenklad kontrollgruppsindelning tillämpas som enbart utgår från konsekvenserna av felfunktion.

3.1.2 Riskvärdering

Indelningen skall bestämmas med hänsyn tagen till de relativa riskerna för bränsleskador, utsläpp av radioaktiva ämnen, oavsiktlig kedjereaktion och brister i säkerhetsnivån i övrigt till följd av skador som kan uppkomma i mekaniska anordningar.

3.1.2.1 Uppskattning av relativa risker

De relativa riskerna kan uppskattas med hjälp av kvantitativa eller kvalitativa metoder, eller kombinationer av metoderna. Oberoende av vilka metoder, eller kombinationer därav, som används bör:

- både direkta och indirekta konsekvenser av brott och läckage till följd av sprickbildning eller annan degradering beaktas
- alla kända skademekanismer, och eventuella synergieffekter, beaktas på ett systematiskt sätt med hänsyn till förekommande belastningar och miljöer i förhållande till konstruktiv utformning, dimensionering och materialegenskaper hos berörda anordningar.

3.1.2.2 Metodval

Används enkla kvalitativa metoder för kontrollgruppsindelning bör försiktiga (konservativa) och väl underbyggda antaganden tillämpas om skadebenägenheten hos berörda anordningar och möjliga konsekvenser av sådana skador. Används kvantitativa metoder bör däri tillämpade analysmodeller vara validerade och ingångsdata kvalitetssäkrade. Vidare bör modellernas möjligheter och begränsningar vara dokumenterade vad avser förmågan att på ett tillräckligt detaljerat sätt kunna beskriva skadeutveckling och skadekonsekvenser. Dessutom bör effekterna av osäkerheter i modeller och i ingångsdata studeras genom känslighetsanalyser.

3.1.2.3 Kvalitativa metoder

Principen för indelning i kontrollgrupper enligt de kvalitativa metoderna i detta tillämpningsdokument redovisas i avsnitt 6, 7 och 8 och utgår från ett **konsekvensindex** och därefter ett **skadeindex**. Andra principer för en kvalitativ metod kan användas, under förutsättning att säkerhetsgranskning och anmälan till SSM genomförs.

3.1.2.4 **Kvantitativa metoder**

Principen för indelning i kontrollgrupper enligt de kvantitativa metoderna beskrivs i avsnitt 12. Innan indelning enligt kvantitativa metoder får användas skall metoden vara säkerhetsgranskad och anmäld till SSM.

3.1.3 **Kontrollgrupper**

3.1.3.1 **Till kontrollgrupp**

- A hänförs anordningsdelar där relativa risker bedöms vara högst
- B hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara lägre än för grupp A men ej ringa
- C hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara ringa.

Kontrollgrupp – (streck) tilldelas områden för reaktortryckkärls interna delar som inte har någon säkerhetsuppgift men behöver dokumenteras för fullständighetens skull.

Föreskrivna områden, stumsvets- och huvudflänsförband i reaktortryckkärl samt svetsförband i dess stutsar, betecknas med (**F**).

3.1.3.2 **Upprättande av kontrollgruppering**

Oberoende av om en kvantitativ eller kvalitativ metod, eller en kombination av dessa, har använts vid utarbetande av kontrollgrupper, skall varje berört område eller objekt tilldelas en kontrollgrupp. Indelningen i kontrollgrupper skall upprättas och dokumenteras systemvis eller på annat systematiskt sätt. Indelade områden/objekt benämns kontrollområden.

3.1.3.3 **Dokumentation**

Dokumentation över respektive kontrollområde upprättas och bör minst innehålla följande uppgifter:

- systemnummer, komponentnummer etc
- ritningsnummer
- kontrollområde
- drifttemperatur
- rördimension/annan väsentlig dimension
- material (båda sidor av svetsförband)
- svetstillsatsmaterial (framför allt nickelbaslegerade typ Alloy 182 etc.)
- mest sannolika skademekanism/skadeorsak
- tidigare relevanta skador eller reparationer
- skadeindex
- konsekvensindex
- kontrollgrupp

Bakomliggande dokumentation enligt ovan skall vara spårbart och hanteras på ett säkert och lätthanterligt sätt samt arkiveras.

3.1.3.4 Granskning och godkännande

Granskning och godkännande av kontrollgruppsindelning sker enligt gällande rutiner hos respektive TH.

3.1.3.5 Skadetålighetsanalyser och bedömningar

För varje kontrollområde, som indelats i kontrollgrupp A och B samt för föreskrivna områden (F), skall analyser och bedömningar göras för att bestämma kontrollomfattning och kontrollintervall samt vilken/vilka kontrollmetoder som behöver användas med hänsyn till skademekanismer och tänkbara defekttyper.

Kontrollområden som indelats i kontrollgrupp C, kontrolleras i tillräcklig omfattning enligt respektive TH:s gällande rutiner.

3.1.3.6 Reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader

Vid respektive kraftverk skall rutiner finnas, som styr att reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader av anordningar som påverkar befintlig kontrollgruppsindelning, rapporteras till de ansvariga för administration av kontrollgruppsindelningen. Uppdatering av kontrollprogram skall utföras utan fördröjning.

3.1.4 Årlig översyn

3.1.4.1 Allmänt

Indelning i kontrollgrupper skall ses över årligen mot bakgrund av vunna erfarenheter, ändringar i utformningen av anläggningen eller av dess driftbetingelser.

3.1.4.2 Erfarenhetsåterföring

Vid årlig översyn av kontrollgruppsindelningen skall hänsyn tas till bl.a. skador observerade i egna och andra liknande anläggningar i Sverige och övriga världen. Ändringar av anläggningsutformningen eller av dess driftbetingelser skall beaktas. Forskningsresultat, utveckling av riskvärderings- och riskanalysmodeller liksom andra erfarenheter inom kontroll och provning som kan påverka kontrollgruppsindelningen skall också beaktas.

3.1.4.3 Dokumentation

Utförd översyn av kontrollgruppsindelningen skall dokumenteras och innehålla de beaktanden och förändringar som gjorts.

Hur denna översyn påverkat indelningen och de aktuella kontrollprogram som tillämpas, skall redovisas i en årsrapport som skall sammanställas enligt SSMFS 2008:13, 5 kap, 4 §. Förslag till innehåll med rubriksättning för årsrapporter finns redovisat i ABM.

3.2 Grunder för kontrollen (SSMFS 2008:13, 3 kap, 2 §)

3.2.1 Allmänt

Principerna, metoderna och tillvägagångssättet för indelning i kontrollgrupper, enligt avsnitt 3.1 ovan, samt för bestämning av kontrollomfattning och kontrollintervall skall vara säkerhetsgranskade enligt de krav som ställs i SSMFS 2008:1, 4 kap, 3 § och anmälda till SSM.

I de fall den årliga översynen eller andra omständigheter resulterar i förändringar av grunderna för kontrollen i delrapport 1 till 5 i PMT 2004, ”Principer, Metoder och Tillvägagångssätt”, eller av grunderna för andra principer, t.ex. ”RI-ISI PWROG-SE” eller ”F3 - Riskinformerat provningsurval av ventiler i system 321, 323 och 327”, som har anmälts till SSM, skall dessa förändringar säkerhetsgranskas och på nytt anmälas till SSM.

3.3 Kontrollomfattning och kontrollintervall (SSMFS 2008:13, 3 kap, 3-8 §§)

3.3.1 Fortlöpande avsyning, undersökning samt övervakning

3.3.1.1 Allmänt

Mekaniska anordningar skall fortlöpande avsynas, undersökas och övervakas för kontroll av att inga otätheter uppkommit och att inga tecken på skadlig påverkan i övrigt föreligger.

3.3.1.2 Fortlöpande avsyning under drift och under revision

Avsnitt 17 och 18 innehåller en utförligare beskrivning av hur avsyningen går till och vad den skall innehålla, såväl för den som utförs fortlöpande som den som utförs under revisionsavställning.

3.3.1.3 Övervakning

Mekaniska anordningar i kontrollgrupperna A och B och mekaniska anordningar som ingår i reaktorinneslutningar och som inte är åtkomliga för avsyning eller återkommande kontroll bör övervakas på lämpligt sätt för kontroll av att det inte uppkommer otätheter till följd av sprickbildning eller annan degradering. Om snabb och tillförlitlig identifiering av små läckageflöden inte kan säkerställas genom de läckageövervakningsmetoder som normalt används, kan det vara nödvändigt att komplettera dessa med andra metoder som möjliggör en mer noggrann övervakning av avgränsade systemdelar.

Anordningar som kan utsättas för skadliga vibrationslaster bör övervakas på lämpligt sätt för kontroll av att dessa laster inte når sådana nivåer att risk finns för snabb utmattningstillväxt.

För föreskrivna områden (F) och områden i kontrollgrupp A, där åtkomligheten eller hög strålnivå inte möjliggör någon form av OFP eller avsyning, måste en analys genomföras för att avgöra om befintliga fukt-, temperatur- och läckageövervakningssystem är tillräckliga för att upprätthålla tryck- och funktionssäkerhet för aktuellt område.

I de fall befintliga övervakningssystem inte är tillräckliga för att identifiera små läckageflöden bör andra åtgärder vidtas. Lämpliga åtgärder avgörs från fall till fall. Då tillfälliga övervakningssystem används eller andra åtgärder vidtas är det viktigt att tillräcklig mätnoggrannhet i förhållande till förväntade läckage uppnås samt att det är klarställt vilka villkor för drift som gäller om systemet eller åtgärden av någon anledning inte fungerar. Det är också viktigt att snabbt och tillförlitligt kunna identifiera läckagestället.

Samma princip gäller för övervakning av anläggningsdelar där problem med vibrationer har identifierats och där det bedöms att snabb spricktillväxt inte kan uteslutas.

Resultat och värdering av installerade övervakningssystem eller andra åtgärder som har vidtagits skall redovisas enligt gällande verksspecifika instruktioner.

3.3.2 Återkommande kontroll av reaktortryckkärlsdelar samt övriga mekaniska anordningar

3.3.2.1 Allmänt

Reaktortryckkärlsdelar som är föreskrivna, (F), samt övriga mekaniska anordningar i kontrollgrupp A och B samt tryckavsäkringsutrustning och rörelsedämpare som hänförts till kontrollgrupp A och B skall dessutom genomgå återkommande kontroll som anges i avsnitt 3.4, 3.5, 3.7 och 3.8 nedan.

3.3.3 Återkommande kontroll av trycksatta anordningar

3.3.3.1 Allmänt

Trycksatta anordningar, d.v.s. tryckkärl, rörledningar, vakuumkärl och cisterner, vars integritet har betydelse för personalens skydd mot ohälsa och olycksfall skall genomgå återkommande kontroll som svarar mot bestämmelserna i AFS 2005:3, ”*Besiktning av trycksatta anordningar*”.

3.3.3.2 Återkommande besiktning av trycksatt anordning

Avsnitt 19 och 20 innehåller utförliga beskrivningar av omfattning och tillvägagångssätt när det gäller besiktning av trycksatta anordningar.

3.4 Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande föreskrivna områden (SSMFS 2008:13, 3 kap, 4 §)

3.4.1 Allmänt

Stumsvets- och huvudflänsförband i reaktortryckkärl samt svetsförband i dess stutsar skall genomgå återkommande kontroll med intervall som inte får överstiga tio år.

3.4.1.1 Kontrollomfattning

Hur stor del av varje anordning eller anordningsdel som skall genomgå kontroll bör så långt möjligt och rimligt vara anpassat till de skadetyper som kan uppträda med hänsyn till bakomliggande mekanismer. Se avsnitt 9.

3.4.1.2 Kontrollintervall

För föreskrivna områden, (F), upprättas en defekt och skadeanalys med tillhörande skadetålighetsanalyser. Med beaktande av det kvalificerade OFP-systemets prestanda samt resultaten från nämnda analyser bestäms sedan kontrollintervallet, som inte får överstiga tio år, för respektive föreskrivet område. Se avsnitt 10.

3.4.1.3 Dokumentation

All utförd kontroll i föreskrivna områden skall dokumenteras och arkiveras på ett spårbart sätt.

3.5 Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande kontrollgrupp A och B (SSMFS 2008:13, 3 kap, 5 §)

3.5.1 Allmänt

Övriga tryckbärande, kraftbärande och interna delar i ett reaktortryckkärl, än de föreskrivna områden som avses i avsnitt 3.4, samt andra mekaniska anordningar i en anläggning som hänförts kontrollgrupperna A och B, skall genomgå återkommande kontroll i den omfattning och med de intervall som är nödvändiga med hänsyn till de bedömda relativa riskerna enligt avsnitt 3.1. Intervallen mellan de återkommande kontrollerna får inte överstiga tio år.

3.5.1.1 Kontrollomfattning

Hur många och hur stor del av varje anordning eller anordningsdel som skall genomgå återkommande kontroll bör så långt möjligt och rimligt vara anpassat till de skadetyper som kan uppträda med hänsyn till bakomliggande mekanismer. Eftersom syftet med de återkommande kontrollerna är att i tid upptäcka både skador som kan förväntas förekomma och mer oväntade skador bör dock kontrollomfattningen vara väl tilltagen. Se avsnitt 9.

3.5.1.2 Kontrollintervall

För kontrollområden i kontrollgrupp A och B upprättas en defekt och skadeanalys med tillhörande skadetålighetsanalys för bestämning av intervall. Se avsnitt 10.

3.5.1.3 Dokumentation

All utförd kontroll i kontrollgrupp A och B skall dokumenteras och arkiveras på ett spårbart sätt.

3.6 Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande bestrålade provstavar (SSMFS 2008:13, 3 kap, 6 §)

3.6.1 Allmänt

Bestrålade provstavar av reaktortryckkärlsmaterial skall genomgå provning för kontroll av hållfasthet och högsta tillåtna gränsvärde för reaktortryck vid olika temperaturer (HTG).

Provningen skall avse aktuellt material för reaktortryckkärlet i fråga. Programmen för sådan provning skall vara godkända av Statens kärnkraftinspektion. Se avsnitt 13.

3.6.1.1 Provning av bestrålade provstavar

Provning av bestrålade provstavar av reaktortankmaterial ska utföras av ett för ändamålet ackrediterat laboratorium i tredjepartställning. Analyser av provningsresultaten från återkommande hållfasthetsprovning av bestrålat reaktortryckkärlsmaterial, s.k. surveillanceprovning, samt HTG som avses att tillämpas fram till nästkommande provning, ska anmälas till SKI av TH senast ett år efter uttaget prov.

3.6.1.2 Dokumentation

Utförd surveillanceprovning skall dokumenteras och arkiveras på ett spårbart sätt.

3.7 Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande tryckavsäkringsutrustning (SSMFS 2008:13, 3 kap, 7 §)

3.7.1 Allmänt

Funktionen hos mekanisk tryckavsäkringsutrustning som hänförs till kontrollgrupp A skall kontrolleras varje år. Mekanisk tryckavsäkringsutrustning som hänförs till kontrollgrupp B skall kontrolleras vartannat år. Kontrollerna får senareläggas högst sex månader.

Funktionen hos avsäkringsutrustning av annat slag än den som anges i första stycket och som hänförs till kontrollgrupperna A och B skall kontrolleras i den omfattning och med de intervall som behövs för att säkerställa att utrustningen fungerar som avsett.

3.7.1.1 Funktionskontroll av mekanisk tryckavsäkringsutrustning

Funktionskontroll av mekaniska tryckavsäkringsutrustningar som hänförs till kontrollgrupp A eller B, utförs av drift- och underhållspersonal som är väl förtrogen med utrustningen. Kontroll sker i enlighet med gällande rutiner vid respektive kraftverk. När så krävs skall funktionskontrollen ske under övervakning/överinseende av AK. Se avsnitt 14.

3.7.1.2 Övriga tryck- och temperaturavsäkringsutrustningar

Funktionskontroll av övriga tryck- och temperaturavsäkringsutrustningar, som hänförs till kontrollgrupp A eller B, utförs av drift- och underhållspersonal som är väl förtrogen med utrustningen. Kontroll sker i enlighet med gällande rutiner vid respektive kraftverk. När så krävs skall funktionskontrollen ske under övervakning/överinseende av AK. Se avsnitt 15.

3.7.1.3 Dokumentation

All utförd funktionsprovning skall dokumenteras och arkiveras på ett spårbart sätt.

3.8 Kontrollomfattning och kontrollintervall gällande rörelsedämpare (SSMFS 2008:13, 3 kap, 8 §)

3.8.1 Allmänt

Rörelsedämpare skall kontrolleras med den omfattning och intervall som krävs för att säkerställa funktionen. Nyinstallerade rörelsedämpare bör kontrolleras inom tre år från det att dämparen tagits i bruk. Med nyinstallerad avses en rörelsedämpare som installeras på en ny plats i anläggningen och inte ett utbyte av en tidigare installerad dämpare. Se avsnitt 16.

3.8.1.1 Funktionskontroll av rörelsedämpare

Funktionen hos rörelsedämpare som hänförs till kontrollgrupperna A och B skall kontrolleras i den omfattning och med de intervall som behövs för att säkerställa att rörelsedämparna fungerar som avsett. Intervallen mellan funktionskontrollerna får inte överstiga tio år.

3.8.1.2 Dokumentation

All utförd funktionskontroll skall dokumenteras och arkiveras på ett spårbart sätt.

3.9 Kontrollprogram och utförande (SSMFS 2008:13, 3 kap, 9 §)

3.9.1 Allmänt

Avsyring, återkommande kontroll och andra undersökningar av anordningar skall utföras enligt ett kontrollprogram där kontrollen har anpassats till de förhållanden som råder vid den aktuella anläggningen.

3.9.1.1 **Kontrollprogram**

Återkommande kontroll av anordningar skall utföras enligt ett till anläggningen anpassat kontrollprogram där föreskrivna områden (F) samt alla identifierade kontrollområden i kontrollgrupp A-C ingår.

Kontrollprogrammet skall minst ange vad som skall återkommande kontrolleras, tidpunkt för kontrollerna och i vilken omfattning aktuell anordning skall kontrolleras.

Riktlinjer skall finnas för utökade kontroller när skador upptäcks som kan ha påverkat andra liknande anordningar vilka inte omfattas av kontrollprogrammet.

3.9.1.2 **Generella riktlinjer för utökning av kontroll vid upptäckta skador**

Riktlinjer för hur den återkommande kontrollen skall utökas i samband med upptäckta skador bör framgå av en generell instruktion som tillämpas vid upptäckta skador. Generellt gäller vid upptäckta skador som sprickor eller dylikt att klargöra vilka andra anordningar som kan ha påverkats av liknande skador.

Är det ett *mindre antal* likartade anordningsdelar som kan ha påverkats kontrolleras ett lämpligt antal innan anläggningen åter tas i drift. Är det ett *stort antal* anordningsdelar som kan ha påverkats bör i första hand tekniska bedömningar göras för att avgöra vilka anordningsdelar som bör genomgå utökad kontroll. I andra hand används statistiska metoder för bedömning av vilken utökad kontroll som kan behövas.

Utökningen skall även omfatta anordningsdelar som direkt kan ha påverkats av inträffad skada. Hänsyn skall även tas till anordningsdelar som inte ingår i kontrollurvalet men som finns med i kontrollprogrammet.

Vid utökningen ska följande beaktas:

- likartade driftbetingelser för motsvarande anordningsdelar
- material med samma charge och övriga likartade materialegenskaper samt med inriktning på områden med samma eller allvarligare konsekvens vid skada
- komponentmässiga likheter i konstruktion, dimensioner etc
- miljömässiga likheter för anordningsdelar som kan ha påverkats.

I samband med upptäckta skador rekommenderas att en tvärvetenskaplig sammansatt grupp bestående av personer som innehar tillräckligt bred kompetens och erfarenhet, beslutar om utökning av kontroll.

I kontrollunderlaget redovisas till AK normalt de riktlinjer som kommer att användas vid utökning av kontroll vid upptäckta skador. Riktlinjerna kan även utgöras av en generell instruktion som tillämpas vid upptäckta skador.

3.9.1.3 Anmälan till SSM

Innan kontrollprogrammet får tillämpas skall de grunder för kontrollerna som anges i avsnitt 3.2 vara anmälda till Strålsäkerhetsmyndigheten.

3.9.1.4 Kontrollurval

Kontrollurval benämns de mekaniska anordningar vilka utfaller för kontroll ett visst år.

Kontrollurvalet skall i god tid före den årliga kontrollen vara upprättat, granskat och godkänt enligt respektive verks interna rutiner.

3.9.1.5 Upprättande och innehåll av kontrollunderlag

I underlaget för årlig kontroll och provning skall alla procedurer/instruktioner ingå som krävs och som beskriver hur avsyning, provning och kontroll skall utföras och redovisas.

Kontrollunderlaget bör innehålla följande uppgifter:

- anläggning
- objekt
- kontrollområde
- intervall
- provningsomfattning
- material
- dimensioner
- skademekanism
- kontrollmetod
- procedur
- föregående provningstillfälle
- nästkommande planerade provningstillfälle
- kontrollgrupp
- ytdoser och stråldoser (uppmätta vid objekt)
- föreskriven kontroll eller egenkontroll

3.9.1.6 Procedurer

OFP-procedurer upprättas av anlitat AL baserat på underlag och uppdrag från TH.

OFP-procedurer för föreskrivna områden (F) samt för områden i kontrollgrupp A och B skall vara kvalificerade (se avsnitt 3.11).

3.9.1.7 TH granskning och godkännande av kontrollprogram och kontrollurval

Kontrollprogram skall granskas mot de principer, metoder och tillvägagångssätt som anmälts till SSM för kontrollgruppsindelningen, kontrollomfattning samt kontrollintervall.

Kontrollprogram granskas och godkänns i enlighet med gällande rutiner vid respektive kraftverk.

Kontrollurvalet granskas och godkänns endast med avseende på utfallet ett specifikt år.

3.9.1.8 AK granskning och godkännande av kontrollurval

Kontrollurvalet granskas och godkänns endast med avseende på utfallet ett specifikt år.

3.9.1.9 Hantering av avvikelser vid återkommande kontroll

Alla avvikelser, som innebär att resultat från utförd kontroll och provning samt avsyning inte kan godkännas, skall rapporteras i form av avvikelse rapport eller på annat dokumenterat sätt med förslag till åtgärd. Rapporten skall behandlas enligt gällande rutiner vid respektive kraftverk.

AK ska delges avvikelse rapporter eller motsvarande dokument som direkt eller indirekt berör föreskriven kontroll så ett ställningstagande från AK kan göras med avseende på kontrollomfattning.

Avvikelser i form av icke förutsedda provningsbegränsningar skall rapporteras till AK som granskar och bedömer om dessa är acceptabla. Vid väsentliga avvikelser där AK inte anser att föreskrivna krav kan uppfyllas, krävs godkännande från SSM. Före ansökan om undantag från föreskriftskrav till SSM skall omfattningsavvikelsen vara säkerhetsgranskad.

Avvikelser mot kvalificerat provningssystem skall bedömas och godkännas av KO.

3.10 Provning vid återkommande kontroll (SSMFS 2008:13, 3 kap, 10 §)

3.10.1 Allmänt

Provning i samband med återkommande kontroll av föreskrivna områden (F), områden i kontrollgrupp A och B samt bestrålade provstavar skall utföras av ett AL.

3.11 Kvalificering av provningssystem avsedd för reaktortryckkärl och anordningar i kontrollgrupp A och B (SSMFS 2008:13, 3 kap, 11 §)

3.11.1 Allmänt

Oförstörande provning av reaktortryckkärl och mekaniska anordningar som tillhör kontrollgrupperna A och B skall utföras med provningssystem som är kvalificerade för att upptäcka och karaktärisera samt storleksbestämma de skador som kan uppträda i aktuell typ av anordning. Momentet storleksbestämning behöver dock inte ingå om reparations- eller utbytesåtgärder vidtas vid tecken på skador utan föregående analyser av säkerhetsmarginaler.

3.11.1.1 Kvalificering av provningssystem

För den gemensamma tolkningen och uppfyllande av kraven i SSMFS 2008:13, 3 kap, 11 § gällande kvalificering av oförstörande provningssystem, samt handläggning av dessa frågor, hänvisas till **PBM 2**.

3.12 Åtgärder efter återkommande kontroll (SSMFS 2008:13, 3 kap, 12 §)

3.12.1 Allmänt

Innan en mekanisk anordning får tas i drift efter avställning för återkommande kontroll eller efter åtgärder enligt SSMFS 2008:13, 4 kap, skall förreglingar som har betydelse för säkerheten i anläggningen vara kontrollerade så att dessa är rätt inställda och låsta i enlighet med anläggningens förreglingsförteckning.

3.12.1.1 Kontroll av förreglingar

Innan en mekanisk anordning tas i drift efter avställning skall samtliga förreglingar, som har betydelse för säkerheten i anläggningen, kontrolleras så att dessa är rätt inställda och låsta i enlighet med gällande förreglingsförteckningar.

I de fall det har utförts om- och tillbyggnad där förreglingar tillkommer eller utgår, ska förreglingsförteckningen vara uppdaterad innan reaktorläggningen, eller del därav, tas i drift.

4 BESTÄMMELSER OM REPARATIONER, UTBYTEN SAMT OM- OCH TILLBYGGNADER

4.1 Allmänt

PBM1 hanterar enbart återkommande kontroll varför 4 kap i SSMFS 2008:13 tolkas i PAKT-dokumentet KBM.

4.1.1 Reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnaders påverkan på kontrollgruppering

Vid respektive kraftverk skall rutiner finnas, som styr att reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader av anordningar som påverkar befintlig kontrollgruppsindelning, rapporteras till de ansvariga för administration av kontrollgruppsindelning. Uppdatering, av kontrollgruppering och i förekommande fall kontrollunderlaget, skall utföras utan dröjsmål.

5 BESTÄMMELSER OM KONTROLL AV ÖVERENSSTÄMMELSE SAMT ÅRLIG RAPPORTERING

5.1 Intygande om överensstämmelse (SSMFS 2008:13, 5 Kap, 1 §)

5.1.1 Allmänt

Vid återkommande kontroll skall TH tillse att ett ackrediterat kontrollorgan anlitas som:

- granskar kontrollunderlag
- övervakar avsyningar och funktionsprovningar samt kontrollerar förreglingar
- kontrollerar att planerade provningar och andra undersökningar är utförda
- granskar utredningar av förutsättningar för fortsatt drift med en skadad anordning

Under förutsättning att dessa granskningar, övervakningar och kontroller visar att ställda krav är uppfyllda utfärdar kontrollorganet intyg om överensstämmelse, IoÖ.

5.1.1.1 Granskning av underlag för kontroll

AK ska granska av TH upprättat kontrollprogram och däri ingående kontrollgruppsindelning. Denna granskning omfattar kontroll av att TH har anmält principer, metoder och tillvägagångssätt för indelning av kontrollgrupper till SSM, samt grunder för bestämning av kontrollomfattning och intervall. Dessutom ska AK tillse att hänsyn tagits till de beslut som SSM fattat med anledning av gjorda anmälningar. Efter utförd granskning av ovanstående anger AK sin acceptans i form av intyg till TH eller signerar och stämplar direkt i TH:s underlag för kontroll enligt avsnitt 3.9.

5.1.1.2 Övervakning av avsyning

AK övervakar TH:s avsyningar av anordningar i den grad de finner nödvändig för att kunna avgöra om avsyningarna utförs med den omfattning och inriktning som krävs.

Programmet för och resultatet av den fortlöpande avsyningen skall presenteras för AK för godkännande.

5.1.1.3 AK övervakning av funktionsprovning av tryckavsäkringsutrustning

AK övervakar, i den grad de finner nödvändigt, de funktionsprovningar som utförs av mekanisk tryckavsäkringsutrustning och avsäkringsutrustning av annat slag vilka har hänförs till kontrollgrupp A eller B.

Exempel på avsäkringsutrustning av annat slag kan vara

- tryckvakt som påverkar öppning alternativt stängning av ventil
- stopp alternativt start av pump eller liknande.

Procedurer för funktionskontrollen upprättas av TH eller på uppdrag av TH.

5.1.1.4 AK övervakning av funktionsprovning av rörelsedämpare

AK övervakar, i den grad de finner nödvändigt, de funktionsprovningar som utförs av rörelsedämpare som hänförs till kontrollgrupp A eller B.

Procedurer för funktionskontrollen upprättas av TH eller på uppdrag av TH.

5.1.1.5 Kontroll av förreglingar

TH utför kontroll av förreglingar med betydelse för säkerheten innan respektive system tas i drift.

Kontrollen utförs, redovisas samt rapporteras av utsedda personer inom TH:s organisation i enlighet med gällande rutiner vid respektive kraftverk. Kontrollen sker under övervakning/överinseende av AK.

5.1.1.6 Provning i samband med återkommande kontroll

AK skall kontrollera att provning av föreskrivna områden (F) samt områden i kontrollgrupp A och B har utförts av ett AL.

5.1.1.7 Provning med kvalificerat provningssystem

AK skall kontrollera att OFP av reaktortryckkärl och mekaniska anordningsdelar i kontrollgrupp A och B har provats med ett av ett KO kvalificerat provningssystem för aktuell typ av objekt.

5.1.1.8 Fortsatt drift med skadad anordning

AK skall i förekommande fall granska utredningar av förutsättningar för fortsatt drift med en skadad anordning för kontroll av att tillräckliga säkerhetsmarginaler föreligger.

5.1.1.9 Utfärdande av intyg om överensstämmelse

Under förutsättning att de granskningar, övervakningar och kontroller som utförts, av det ackrediterade kontrollorganet enligt punkt 5.1.1.1 – 5.1.1.8, visar att ställda krav är uppfyllda utfärdar kontrollorganet intyg om överensstämmelse, IoÖ.

5.2 Anläggningsändringar (SSMFS 2008:13, 5 Kap, 2 §)

5.2.1 Allmänt

Vad som skall göras och vem som utför olika kontrollaktiviteter i samband med anläggningsändringar beskrivs i PAKT-dokumentet KBM.

5.3 Tillverkningskontroll (SSMFS 2008:13, 5 Kap, 3 §)

5.3.1 Allmänt

Vad som skall göras och vem som utför olika kontrollaktiviteter i samband med serietillverkning beskrivs i PAKT-dokumentet KBM.

5.4 Årsrapportering (SSMFS 2008:13, 5 Kap, 4 §)

5.4.1 Allmänt

TH skall varje år redovisa en rapport (årsrapport) med uppgifter om de erfarenheter som vunnits under kalenderåret och de slutsatser som dragits med anledning av iakttagelser som gjorts vid avsyningar, övervakningar och återkommande kontroller och som kan ha betydelse för bedömning av tillförlitligheten hos en viss typ av anordning, konstruktion eller konstruktionsmaterial. Denna rapport skall även innehålla uppgifter om hur vunna erfarenheter i övrigt påverkar bedömningen av de mekaniska anordningarnas status samt giltigheten i de kontrollprogram som tillämpas.

5.4.1.1 *Innehåll*

Uppgifter som skall ingå i årsrapporten, förutom en samlad redovisning av vunna erfarenheter och dragna slutsatser, är sammanfattande beskrivningar av:

- skador som har observerats under året och de åtgärder som vidtagits med anledning av dessa observationer
- resultat från uppföljande kontroll av sådana skador som kunnat lämnas utan reparationsåtgärder
- de förändringar av kontrollprogrammen som har gjorts vid den årliga översynen
- övriga iakttagelser eller erfarenheter som kan påverka bedömningen av tillförlitligheten hos förekommande typer av anordningar samt använda konstruktionsmaterial.

6 KONTROLLGRUPPERING AV REAKTORTRYCKKÄRL

6.1 Bakgrund

Enligt SSMFS 2008:13, 3 kap 2§ gäller att ”Principerna, metoderna och tillvägagångssättet för indelning i kontrollgrupper enligt 1 § samt för bestämning av kontrollomfattning och kontrollintervall enligt 4-5, 7-8 §§ skall vara säkerhetsgranskade i enlighet med 4 kap. 3 § i SSMFS 2008:1.

6.2 Syfte

Syftet med detta dokument är att beskriva de kvalitativa principer, metoder och tillvägagångssätt som skall följas vid kontrollgruppering av mekaniska anordningar i reaktortryckkärlen på de svenska kärnkraftverken.

6.3 Förutsättningar för kontrollgruppering av reaktortryckkärl

I reaktoranläggningar är det främst de relativa riskerna för kärnbränsleskador och riskerna för utsläpp av radioaktiva ämnen som ska beaktas vid kontrollgruppsindelning av mekaniska anordningar.

I SSMFS 2008:3, 3 kap, 1 § anges följande: ”Mekaniska anordningar i anläggningen, med undantag för dels sådana interna delar som har till uppgift att skydda tryck- och lastbärande anordningar, dels sådana mekaniska anordningar som utgör delar av reaktorinneslutningen, skall indelas i kontrollgrupperna A-C för att styra omfattning och inriktning av återkommande kontroll enligt 5§, 7-8 §§. Indelningen skall bestämmas med hänsyn tagen till de relativa riskerna för kärnbränsleskador, utsläpp av radioaktiva ämnen, oavsiktlig kedjereaktion och brister i övrigt till följd av skador som kan uppkomma i de mekaniska anordningarna.

Till kontrollgrupp

- *A hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara högst.*
- *B hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara lägre än för grupp A men ej ringa,*
- *C hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara ringa.”*

Indelningen i kontrollgrupper skall ses över årligen mot bakgrund av vunna erfarenheter, ändringar i utformningen av anläggningen eller av dess driftbetingelser.

I SSMFS 2008:13, 3 kap, 4§ föreskrivs att ”Stumsvets- och huvudflänsförband i reaktortryckkärl samt svetsförband i dess stutsar skall genomgå kontroll med intervall som inte får överstiga tio år.”

Nedan angivna gränser mellan reaktortryckkärl och anslutande rörledningar eller anordningar baseras på ASME Section III, Division 1, Article NB-1000 avsnitten NB-1131 “Boundary of Components” och NB-1132 “Boundary Between Components and Attachments”

Gränsen mellan reaktortryckkärlet och anslutande rörledning går vid:

- anslutningssvets mot rörledningen (svetsen tillhör rörledningen). Eventuell safe-end inklusive tillhörande 1:a anslutningssvets tillhör reaktortryckkärlet

- ytan av den första flänsen i flänsförband (skruvarna tillhör rörledningen)
- första gängförband i gängade anslutningar (gänga i rör tillhör rörledningen)

Gränsen mellan reaktortryckkärlet och svetsade anordningar mot reaktortryckkärlets ut- eller insida går vid första anslutningssvets.

- om svetsen är belägen inom ett avstånd av $2 \times t^1$ från tankväggen tillhör anslutningssvetsen reaktortryckkärlet
- om svetsen är belägen bortom ett avstånd av $2 \times t$ från tankväggen tillhör anslutningssvetsen anordningen

Om osäkerhet råder hänvisas till ASME Section III, Division 1, Article NB-1000.

6.4 Principer för kontrollgruppering av reaktortryckkärl

Indelningen i kontrollgrupper enligt denna metod bygger huvudsakligen på de tidigare bestämmelserna och allmänna råden i SKIFS 1994:1 där man utgår från ett konsekvensindex och ett skadeindex enligt matrisen nedan.

Skadeindex	Konsekvensindex		
	1	2	3
I	A	A	B
II	A	B	C
III	B	C	C

Definitioner:

Konsekvensindex (KI) är ett mått på hur allvarligt ett brott betraktas i förhållande till de marginaler som finns tillgängliga fram till oacceptabla konsekvenser av typ kärnbränsleskador, skador på reaktorinneslutningens täthet, utsläpp av stora mängder radioaktiva ämnen samt skador i övrigt som kan leda till ohälsa och olycksfall. Detta anges med index 1 – 3, där värdet 1 anger störst konsekvens.

Skadeindex (SI) är ett mått på sannolikheten för skada eller annan degradering i aktuell anordningsdel och bestäms av troliga belastningar och miljö i förhållande till dimensionering och materialegenskaper. Detta anges med index I-III, där I bedöms ha största sannolikheten för att skada eller degradering kan uppstå.

6.5 Metodik för kontrollgruppering av reaktortryckkärl

6.5.1 Föreskrivna områden

De av SSM föreskrivna kontrollområdena är:

- raksvetsar och rundsvetsar i reaktortryckkärlet,
- de smidda stutsarnas infästningssvetsar i reaktortryckkärlet,
- anslutningssvets mot eventuell safe-end
- anslutningssvets mellan stuts och fläns
- huvudflänsförband.

¹ t = reaktortryckkärlets nominella godstjocklek

Dessa föreskrivna områden betecknas med (F) i kontrollgrupperingen.

6.5.2 Omfattning av kontrollgruppsindelningen

Ej föreskrivna områden i reaktortryckkärl t.ex. inre mediaberörda ytor i stutsar, stutsförlängningar, J-grooves, och kälsvetsar skall indelas i kontrollgrupperna A, B och C.

De anordningar, t.ex. stutsar, som ansluter mot reaktortryckkärlet och som inte erhåller något konsekvensindex tilldelas kontrollgrupp C utan att bestämma skadeindex.

6.5.3 Bestämning av konsekvensindex

Konsekvensindex baseras på möjligheten att kyla härden i enlighet med gällande säkerhetsanalyser, dvs. att konsekvenserna av ett brott eller läckage bestäms av dess belägenhet relativt härden och dess storlek i förhållande till tillgänglig återflödningskapacitet. Indirekta konsekvenser, dvs. att ett brott eller läckage leder till degradering av andra system eller funktioner genom påverkan av t.ex. översvämningar, spray, hög temperatur, rörslag (pipe whip) och jetstrålar, behöver inte behandlas vid kontrollgruppsindelning av reaktortryckkärlet, då detta är beaktat redan vid design. Generella säkerhetsprinciper såsom redundans (flertalighet), diversifiering (olika funktionsprinciper) och fysisk separation begränsar effekten av indirekta konsekvenser.

Dessutom skall de tre övergripande säkerhetskriterierna för kontrollgruppsindelning av interna delar (hårdgeometrikriteriet, reaktivitetskriteriet och nödkylningskriteriet) beaktas i erforderlig omfattning enligt vad som anges i PMT 2004.

Anordningar bedöms och tilldelas ett konsekvensindex efter de riktlinjer som anges i avsnitt 6.7. I den mån det finns systemtekniska marginaler och/eller särskilda argument framförs baserade på deterministiska och/eller probabilistiska säkerhetsanalyser kan konsekvensindex ändras ett steg (höjas eller sänkas) i förhållande till dessa riktlinjer. Med systemteknisk marginal menas att konsekvensen av ett brott eller läckage i en anordning skiljer sig från den nivå som ges vid tillämpning av kriterierna enligt avsnitt 6.7. Exempel på sådana anordningar är flänsförband och fästen/stag som tillsammans håller fast en mekanisk anordning. I dessa fall kan det bli aktuellt med en numerisk höjning av konsekvensindex med max ett steg. Analyser och bedömningar som ligger till grund för förändring av konsekvensindex skall vara dokumenterade och säkerhetsgranskade. Om argumenten att förändra konsekvensindex baseras på andra bedömningar än de som angetts ovan, skall dessa bedömningar först säkerhetsgranskas i enlighet med 4 kap. 3 § i SSMFS 2008:1 och sedan anmälas till SSM enligt SSMFS 2008:13, 3 kap 2§ innan de får tillämpas.

Konsekvenserna av ett brott eller läckage bestäms av ekvivalent öppningsarea i förhållande till tillgänglig återflödningskapacitet. I de fall s.k. strypningar förekommer kan systemdelen tilldelas konsekvensindex enligt den storlek som ger ekvivalent brottflöde.

Om ett brott kan leda till dubbelsidigt kylmedelsutflöde från reaktortryckkärlet tilldelas konsekvensindex motsvarande den storlek som ger totalt ekvivalent brottflöde från båda ändarna av brottet.

6.5.4 Bestämning av skadeindex

De systemdelar och anordningsdelar som bedömts och erhållit konsekvensindex 1-3 skall värderas och tilldelas skadeindex.

Härvid skall alla kända skademekanismer och eventuella synergieffekter beaktas på ett systematiskt sätt med hänsyn till förekommande belastningar och miljöer i förhållande till konstruktiv utformning, dimensionering och materialegenskaper hos berörda anordningar.

I samband med bedömning av skadeindex ska de mest sannolika skademekanismerna/skadeorsakerna anges för respektive anordning eller anordningsdel, bl.a. som vägledning vid val av provningssystem och för att klargöra vilken kontrollomfattning och inriktning som kan anses vara nödvändig. Skadeindex baseras till stor del på erfarenheter från drift av reaktoranläggningar. Om ingen signifikant skadeorsak kan identifieras anges detta och skadeindex sätts till III.

Ingen viktning eller medelvärdesvärdering av olika mekanismers skadeindex får göras.

Riktlinjer för bedömning av skadeindex finns angivna i avsnitt 6.8. I den mån särskilda argument framförs baserade på t.ex. forskningsresultat, drifterfarenheter eller andra styrkta erfarenheter kan skadeindex ändras i förhållande till dessa riktlinjer.

Införande av kontinuerlig HWC i BWR-anläggningar innebär att syrehalten sänks under långa drifttider i de systemdelar som skyddas av HWC. Detta förhållande kan dock inte tillgodoräknas generellt i reaktortryckkärlet, utan här förutsätts om inget annat kan påvisas normalvattenkemi (NWC).

6.6 Årlig översyn av kontrollgruppsindelningen

Vid årlig översyn av kontrollgruppsindelningen är det väsentligt att hänsyn tas till gjorda anläggningsändringar, ombyggnader och skador som har inträffat i såväl svenska som utländska anläggningar.

Vidare skall forskningsresultat som har betydelse för bedömning av säkerheten hos mekaniska anordningar i aktuella anläggningar och resultat från den fortlöpande kemiprovtagningen beaktas.

Utförd översyn av kontrollgruppsindelningen dokumenteras och innehåller de beaktanden och förändringar som gjorts.

6.7 Riktlinjer för bestämning av konsekvensindex för reaktortryckkärl

6.7.1 Konsekvensindex för reaktortryckkärl BWR

Nedan anges kriterier för tilldelning av konsekvensindex för både extern- och internpumpsreaktorer.

Kriterierna enligt avsnitt 6.7.1.1 gäller för både extern- och internpumpsreaktorer, men förutsätter att tvångsnedblåsning (TB) utlöses vid stora brottareor under härdens övre kant.

Internpumpsreaktorernas konstruktion innebär att ett brott under härdens övre kant inte medför så stor nivå-sänkning i reaktortryckkärlet att tvångsnedblåsning (TB) behöver utlösas, varför alternativa kriterier enligt avsnitt 6.7.1.2 kan tillämpas för dessa reaktortyper.

6.7.1.1 *Externpumpsreaktorer samt internpumpsreaktorer med kreditering av TB*

De nominella dimensioner som anges nedan avser innerdiameter i mm.

Konsekvensindex 1

Konsekvensindex 1 tilldelas:

- reaktortryckkärlsdelar och anordningar som ansluter under härdens övre kant, och som vid ett brott bedöms få en läckageöppning >DN100.

Konsekvensindex 2

Konsekvensindex 2 tilldelas:

- reaktortryckkärlsdelar och anordningar som ansluter över härdens övre kant, och som vid ett brott bedöms få en läckageöppning >DN100
- reaktortryckkärlsdelar och anordningar som ansluter under härdens övre kant, och som vid ett brott bedöms få en läckageöppning DN50-DN100
- Infästningssvetsar mot reaktortryckkärlens insida där sprickor i anordningen eller svetsen kan leda till brott så att reaktorhärdens geometri inte kan upprätthållas
- Infästningssvets till utvändig stödkjol för reaktortryckkärl.

Konsekvensindex 3

Konsekvensindex 3 tilldelas:

- reaktortryckkärlsdelar och anordningar som ansluter över härdens övre kant, och som vid ett brott bedöms få en läckageöppning DN50-DN100
- infästningssvetsar mot reaktortryckkärlens insida för anordningar där sprickor i anordningen eller svetsen kan leda till brott så att nödvändig avstängningsreaktivitet eller nödkylning av reaktorhärden inte kan upprätthållas.
- Infästningssvetsar mot reaktortryckkärlens utsida för anordningar där sprickor i anordningen eller svetsen har låg säkerhetsmässig betydelse.

6.7.1.2 *Internpumpsreaktorer utan kreditering av TB*

Om inget annat anges beräknas brottflödet utifrån ekvivalent brottarea vid ett giljotinbrott². Andra beräkningsgrunder skall baseras på analys som tar hänsyn till möjlig skadeutveckling.

Konsekvensindex 1

Ej tillämpligt³

Konsekvensindex 2

² anordningar där härden vid eventuella skador eller läckage kan återflödas med hjälp av enbart en HT-krets (ca 22,5 kg/s) tilldelas inget konsekvensindex.

³ internpumpsreaktorernas konstruktion innebär att ett brott under härdens övre kant alltid kan återflödas med minst två HT-kretsar (ca 45 kg/s).

Konsekvensindex 2 tilldelas:

- Brott eller läckage där utflödet är > 45 kg/s. (Motsvarar utflödet av mättat vatten från ett rör med $D_i > 39$ mm, motsvarande dimension för ånga $D_i > 75$ mm, baserat på SKI rapport 2003:2)
- Infästningssvetsar mot reaktortryckkärlens insida där sprickor i anordningen eller svetsen kan leda till brott så att reaktorhårdens geometri inte kan upprätthållas
- Infästningssvets till utvändig stödkjol för reaktortryckkärl.

Konsekvensindex 3**Konsekvensindex 3** tilldelas:

- Brott eller läckage där utflödet är mellan $45 - 22,5$ kg/s. (Motsvarar utflödet av mättat vatten från ett rör med $D_i 39 - 19$ mm, motsvarande dimension för ånga $D_i > 75 - 54$ mm, baserat på SKI rapport 2003:2)
- Infästningssvetsar mot reaktortryckkärlens insida för anordningar där sprickor i anordningen eller svetsen kan leda till brott så att nödvändig avstängningsreaktivitet eller nödkylning av reaktorhärden inte kan upprätthållas.
- Infästningssvetsar mot reaktortryckkärlens utsida för anordningar där sprickor i anordningen eller svetsen har låg säkerhetsmässig betydelse.

6.7.2 Konsekvensindex för reaktortryckkärl PWR**Konsekvensindex 1****Konsekvensindex 1** tilldelas:

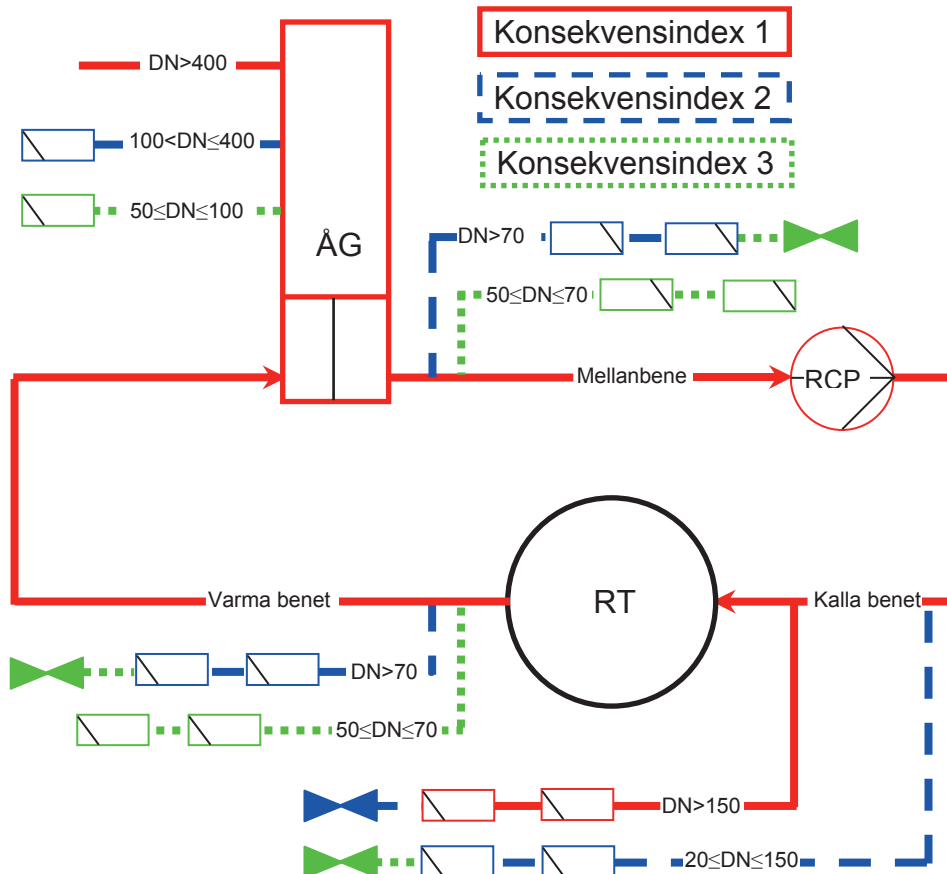
- reaktortryckkärlsdelar och anordningar som vid brott bedöms få en läckageöppning $> DN150$.

Konsekvensindex 2**Konsekvensindex 2** tilldelas:

- anordningar på reaktortryckkärlet som vid brott bedöms få en läckageöppning $> DN 70 - DN150$
- infästningssvetsar mot reaktortryckkärlens insida där sprickor i anordningen eller svetsen kan leda till brott så att reaktorhårdens geometri inte kan upprätthållas

Konsekvensindex 3**Konsekvensindex 3** tilldelas:

- övriga anordningar på reaktortryckkärlet som vid brott bedöms få en läckageöppning $DN50 - DN70$
- Infästningssvetsar mot reaktortryckkärlens utsida för anordningar där sprickor i anordningen eller svetsen har låg säkerhetsmässig betydelse



Schematisk bild över konsekvensindex för reaktortryckkärl PWR

6.8 Riktlinjer för bestämning av skadeindex för reaktortryckkärl

6.8.1 Omfattning vid bedömning av skadeindex

6.8.1.1 Generellt

De aktuella områden på anordningar och anordningsdelar som i första hand skall värderas med avseende på skadeindex är följande:

- svetsförband i reaktortryckkärl och dess interna delar, svetsförband i övriga tryckkärl, rörledningar, cisterner, pumpar och ventiler. Här avses även infästningssvets för stativ och rörgenomföring i reaktorinneslutningen, etc.
- T-stycken och övriga anordningsdelar vid flödesblandningspunkter eller andra områden där termiska utmattningskador ej kan uteslutas
- rördelar eller andra anordningsdelar av kalldeformerat austenitiskt rostfritt stål utan efterföljande släckglödning
- områden i tryckkärl, rörledningar, cisterner, pumpar, ventiler eller andra anordningsdelar som kan utsättas för korrosion eller erosion
- termiska foder eller andra material och konstruktionsutformningar, typ spalter, som kan ge upphov till spaltkorrosion
- system där vibrationer är av en sådan storlek att de kan förorsaka utmattningskador

- förekomst av nickelbaslegeringar t.ex. Alloy 600, 690 och deras respektive svetsmaterial samt X-750/718
- områden som utsätts för hög neutronfluens
- geometriska diskontinuiteter⁴ och blandskarvar⁵
- kemiska och geometriska förhållanden med avseende på erosion/korrosion
- tidigare inträffad skada eller skador som inträffat i motsvarande mekaniska anordningar i annan anläggning med likartade driftmiljöer och driftförutsättningar.

6.8.1.2 Specifikt för reaktortryckkärl

Följande faktorer behöver inte beaktas vid tilldelning av skadeindex för reaktortryckkärl:

- IGSCC i gjutet rostfritt stål
- Erosion; Detta motiveras av lämpliga materialval (rostfri cladding) plus att miljön i reaktortryckkärlet ligger ovanför det kritiska temperaturområdet, dvs. >200°C
- Neutronbestrålning; Tankmaterialet i härdregionen påverkas av hög neutronbestrålning. Detta beaktas genom surveillanceprogrammen. Ytterligare åtgärder krävs ej.

6.8.2 Skadeindex för reaktortryckkärl

6.8.2.1 Reaktortryckkärl – BWR

IGSCC i austenitiskt rostfritt stål och Alloy 600 (Grundmaterial)

Styrande parametrar för spänningskorrosion (IGSCC) är temperatur, belastningar, lokal miljö och materialtillstånd. Med materialtillstånd menas t.ex. kalldeformationsgrad eller sensibiliseringsgrad.

Materialets kalldeformationsgrad påverkas av tillverkningsförfarandet. Eventuell kalldeformation från svetsningsoperationer eller mekanisk bearbetning efter sista släckglödning behandlas i 0.

Materialets sensibiliseringsgrad påverkas av dess kolhalt och den tillförda värmemängden i samband med svetsning. Dock anses att svetsgods av rostfritt stål (typ 18/8) är resistent mot IGSCC oavsett kolhalt. Försök som utförts pekar mot att IGSCC inte uppträder vid temperaturer lägre än 150°C. För reaktortryckkärl är dock alltid normal drifttemperatur >150°C under normala driftbetingelser.

Skadeindex för austenitiskt rostfritt stål sätts enligt tabellen.

Drifttemperatur	Kolhalt %		
	C ≤ 0,034	0,034 < C ≤ 0,044	C > 0,044
>150°C	III	II	I

För Alloy 600 med en kolhalt ≥ 0.050 sätts skadeindex II vid temperaturer i området 150-300°C. För Alloy 600 i övrigt sätts skadeindex III.

⁴ dimensionsförändringar i form av t.ex. fasningar

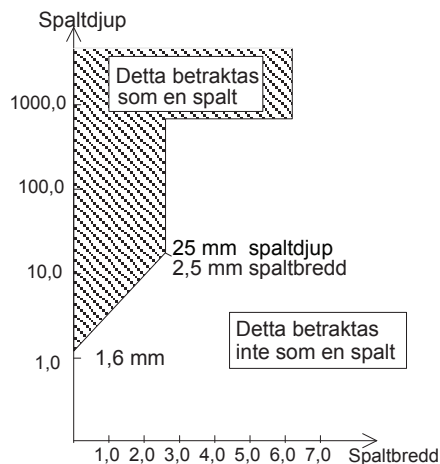
⁵ Avser sammanfogning av material med stor skillnad i längdutvidgningskoefficient d.v.s kolstål mot rostfritt stål utan mellanliggande buttring eller svetsgods av Ni-bas

Reparationer

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av $5t$ (t =tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets eller HAZ sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

Spalter

För Alloy 600 ökar risken för spänningsskorrosion i spalter. I dessa fall sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I).



IDSCC (IGSCC) i Ni-bassvetsgods

Alloy 182 har av erfarenhet visat sig kunna vara känsligt för spänningsskorrosion i BWR-miljö, speciellt efter omfattande svetsreparationer. Alloy 52 och Alloy 82 har hittills visat sig vara mindre känsliga för spänningsskorrosion.

I de fall mediaberörd yta av Alloy 52 eller Alloy 82, även efter bearbetning, har en tjocklek som är större än detekteringsmålet för den provningsteknik som kommer att användas, exklusive eventuell uppblandningszon med Alloy 182, kan detta tillgodoräknas vid bestämning av skadeindex. Med nuvarande prestanda för provningstekniken erfordras 4-5 mm Alloy 52/82. I annat fall tas ingen hänsyn till om invändig cladding/-rotsträng är lagd med någon av dessa Ni-bas legeringar vid bestämning av skadeindex.

För reaktortryckkärl är alltid normal drifttemperatur $>150^{\circ}\text{C}$ vilket ger skadeindex I för Alloy 182 och skadeindex III för Alloy 52 eller Alloy 82.

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av $5t$ (t =tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

Buttringar i Alloy 182

Buttringar för insvetsning av klackar, konsoler etc har ofta utförts av Alloy 182. Om dessa buttringar varit med vid slutvärmebehandlingen har svetsgenspänningarna reducerats. Om svetsning utförts mot buttringarna efter slutlig värmebehandling har svetsgenspänningar på nytt införts lokalt, med risk för spänningsskorrosion.

Tillstånd	Index
Avspänningsglödmat (slutvärmebehandling)	III
Ej avspänningsglödmat	I
Svetsat efter ev. avspänningsglödning (HAZ) ⁶	I
Mekaniska påkänningar > Rp _{0,2} (oberoende av glödningstillstånd)	I

IGSCC i kalldeformerat rostfritt grundmaterial

Risken för IGSCC styrs såväl av deformationsgraden som av miljön. Materialanalysens roll bortses ifrån, även om den inte är försumbar. Så är t.ex. Mo-legerade stål mindre benägna att bilda deformationsmartensit än motsvarande icke Mo-legerade.

Litteraturen och inträffade skadefall pekar mot att det krävs en kraftig ytdeformation för att IGSCC ska initieras från en slät yta. Ytdeformation kan i ogynnsamma fall åstadkommas genom mekanisk bearbetning av ytan, t.ex. stor matning vid skärande bearbetning eller kraftig slipning. Kalldeformation kan även erhållas vid ogynnsamma svetsningsbetingelser som svetsning av material med låg sträckgräns under hög inspänningsgrad. Såväl nationella som internationella erfarenheter visar att även material med låg kolhalt kan vara känsligt för sprickbildning under dessa betingelser.

Om komponenten släckglödats efter eventuell bearbetning eller svetsning behöver risken för kalldeformation ej beaktas

I tveksamma fall skall materialkompetens kontaktas.

När risk för kalldeformation föreligger sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde, t.ex. ändras från III till II.

Mekanisk utmattning

På grund av konservativa förenklingar är utnyttjningsfaktorn oftast avsevärt överskattad i befintliga beräkningar. Lågcykelutmattning beaktas därför inte för reaktortryckkärl.

Reaktortryckkärl är konstruerade så att högcykelutmattning undviks.

Anordning eller anordningsdel som utsätts för vibrationer eller förhållanden som erfarenhetsmässigt visat sig kunna leda till uppkomst av vibrationer tilldelas skadeindex I.

Termisk utmattning

Med termisk utmattning avses här fenomenet som uppstår då två flöden av olika temperaturer blandas.

⁶ Om ej annat anges är HAZ 10 mm.

Erfarenhetsmässigt har det förekommit termiska utmattningsskador i anslutning till matarvattenstutsarnas inre mediaberörda ytor, antingen på grund av felmontage av matarvattenfördelarna eller felaktig drift, som innebär att ejektorverkan blir ofullständig. Matavattenstutsarnas inre mediaberörda ytor tilldelas därför skadeindex I.

Normalt är övriga temperaturdifferenser mellan olika flöden i reaktortryckkärlet lägre ($\Delta T < 50^\circ\text{C}$) och påverkar därmed inte skadeindex. Trots detta måste man vara uppmärksam på problemet och ändra skadeindex vid misstanke om förekomst av termisk utmattning på andra ställen än kring matarvatteninloppet.

Spaltkorrosion

Erfarenheten visar att risken för spaltkorrosion generellt sett är liten och någon speciell kontroll krävs ej. Däremot ökar risken för spänningskorrosion hos Alloy 600 i spaltmiljö. För dessa fall sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex III till II). Definition av spalt beskrivs tidigare i detta avsnitt.

Cladding

Claddingen består av svetsgods, antingen av rostfritt stål eller av Alloy 182. Claddingen svetsades på innan den slutliga värmebehandlingen av reaktortryckkärlet, vilken skedde vid ca 620°C , varför kvarvarande svetsegensspänningar är låga.

Längdutvidgningskoefficienten för både rostfritt stål och Alloy 182 är större än för det låglegerade tankstålet varför man vid drifttemperatur torde ha spänningslöst tillstånd eller tryckspänningar i claddingen.

Frilagt kolstål har inte någon betydelse med avseende på skadeindex, oberoende av den frilagda ytans storlek, under förutsättning att det inte föreligger någon risk för erosionskorrosion.

Någon skademekanism har ej identifierats. Skadeindex sätts till III.

Tidigare inträffade skador

Om analys av tidigare inträffade skador i egen anläggning och aktuell komponent, eller motsvarande komponent i annan anläggning med likvärdiga driftförhållanden, entydigt visar på uppenbara skaderisker, ska aktuellt kontrollområde tilldelas skadeindex I.

6.8.2.2 Reaktortryckkärl – PWR

IGSCC i austenitiskt rostfritt stål, kalldeformerat rostfritt grundmaterial och gjutet rostfritt stål

I PWR-anläggningarna är driftförutsättningarna på grund av vattenkemin och frånvaron av kokning i primärkretsen bättre för de rostfria stålen jämfört med BWR-anläggningar. I PWR-miljön ligger syrehalterna klart under erforderlig syrehalt för IGSCC.

Rostfritt stål, kalldeformerat rostfritt grundmaterial och gjutet rostfritt stål med kolhalt $< 0.08\%$ kan därför tilldelas skadeindex III i PWR-miljö.

Spänningskorrosion i Ni-bassvetsgods och Ni-baslegeringar

Alloy 182 har av erfarenhet visat sig kunna vara känsligt för spänningskorrosion i PWR-miljö, speciellt efter omfattande svetsreparationer. Alloy 52 och 82 har hittills visat sig vara mindre känsliga för spänningskorrosion. Se tabell nedan.

Vid angivande av skadeindex enligt tabell 0 har risken för kalldeformation av Alloy 600 samt risken för varmsprickor i samband med reparationer i svetsgods Alloy 182 beaktats.

I de fall mediaberörd yta av Alloy 52 eller Alloy 82, även efter bearbetning, har en tjocklek som är större än detekteringsmålet för den provningsteknik som kommer att användas, exklusive eventuell uppblandningszon med Alloy 182, får detta tillgodoräknas vid bestämning av skadeindex enligt tabell 0. Med nuvarande prestanda för provningstekniken erfordras 4-5 mm Alloy 52/82. I annat fall tas ingen hänsyn till om invändig cladding/rotsträng är lagd med någon av dessa Ni-bas legeringar vid bestämning av skadeindex.

Om det kan visas att inga omfattande reparationer utförts med risk för varmsprickor, alternativt att ingen kalldeformation och att inga höga belastningar förekommit för A-600 material, kan skadeindex höjas ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex I till II).

Alloy	Drifttemperatur °C		
	<250	250-300	>300
690/52	III	III	III
82	III	III	II
182	III	II	I
600	III	II	I

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av $5t$ (t =tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

Buttringar, klackar etc i Alloy 182

Buttringar för insvetsning av klackar, konsoler etc. har ofta utförts i Alloy 182. Om dessa buttringar varit med vid slutvärmebehandlingen har svetsegenspänningarna reducerats. Om svetsning utförts mot buttringarna efter slutlig värmebehandling har svetsegenspänningar på nytt införts lokalt, med risk för spänningskorrosion.

Tillstånd	Index
Avspänningsglödgat (slutvärmebehandling)	III
Ej avspänningsglödgat	I
Svetsat efter ev. avspänningsglödning (HAZ) ⁷	I
Mekaniska påkänningar > $R_{p0,2}$ (oberoende av glödningstillstånd)	I

⁷ Om ej annat anges är HAZ 10 mm

Mekanisk utmattning

På grund av konservativa förenklingar är utnyttjningsfaktorn oftast avsevärt överskattad i befintliga beräkningar. Lågcykelutmattning beaktas därför inte för reaktortryckkärl.

Reaktortryckkärl är konstruerade så att högcykelutmattning undviks.

Anordning eller anordningsdel som utsätts för vibrationer eller förhållanden som erfarenhetsmässigt visat sig kunna leda till uppkomst av vibrationer tilldelas skadeindex I.

Termisk utmattning

Under normala driftförhållanden förekommer det inga problem med termisk utmattning i reaktortryckkärl på PWR. Stutsars inre mediaberörda ytor kan därför tilldelas skadeindex III. Trots detta måste man vara uppmärksam på problemet och ändra skadeindex vid misstanke om förekomst av termisk utmattning i reaktortryckkärlet.

Spaltkorrosion

I PWR-primärkrets anses inte spaltkorrosion utgöra något problem på grund av låg syrehalt, höga flödes hastigheter och frånvaron av kokning.

Cladding

Claddingen består av svetsgods, antingen av rostfritt stål eller av Alloy 182. Claddingen svetsades på innan den slutliga värmebehandlingen av reaktortryckkärlet, vilken skedde vid ca 620°C, varför kvarvarande svetsegensspänningar är låga.

Längdutvidgningskoefficienten för både rostfritt stål och Alloy 182 är större än för det låglegerade tankstålet varför man vid drifttemperatur torde ha spänningslöst tillstånd eller tryckspänningar i claddingen.

Frilagt kolstål har inte någon betydelse med avseende på skadeindex, oberoende av den frilagda ytans storlek, under förutsättning att det inte föreligger någon risk för erosionskorrosion

Någon skademekanism har ej identifierats. Skadeindex sätts till III.

Tidigare inträffade skador

Om analys av tidigare inträffade skador i egen anläggning och aktuell komponent, eller motsvarande komponent i annan anläggning med likvärdiga driftförhållanden, entydigt visar uppenbara skaderisker, ska aktuellt kontrollområde tilldelas skadeindex I

7 KONTROLLGRUPPERING AV INTERNA DELAR I REAKTORTRYCKKÄRL

7.1 Bakgrund

Enligt SSMFS 2008:13, 3 kap 2§ gäller att ”Principerna, metoderna och tillvägagångssättet för indelning i kontrollgrupper enligt 1 § samt för bestämning av kontrollomfattning och kontrollintervall enligt 4-5, 7-8 §§ skall vara säkerhetsgranskade i enlighet med 4 kap. 3 § i SSMFS 2008:1.

7.2 Syfte

Syftet med detta avsnitt är att beskriva de kvalitativa principer, metoder och tillvägagångssätt som skall följas vid kontrollgruppering av reaktortryckkärlens interna delar på de svenska kärnkraftverken.

7.3 Förutsättningar för kontrollgruppering av interna delar i reaktortryckkärl

I reaktorläggningar är det främst de relativa riskerna för kärnbränsleskador och riskerna för utsläpp av radioaktiva ämnen som ska beaktas vid kontrollgruppsindelning av mekaniska anordningar.

I SSMFS 2008:13, 3 kap, 1 § anges följande: ”Mekaniska anordningar i anläggningen, med undantag för dels sådana interna delar som har till uppgift att skydda tryck- och lastbärande anordningar, dels sådana mekaniska anordningar som utgör delar av reaktorinneslutningen, skall indelas i kontrollgrupperna A-C för att styra omfattning och inriktning av återkommande kontroll enligt 5 §, 7-8 §§.

Indelningen skall bestämmas med hänsyn tagen till de relativa riskerna för kärnbränsleskador, utsläpp av radioaktiva ämnen, oavsiktlig kedjereaktion och brister i övrigt till följd av skador som kan uppkomma i de mekaniska anordningarna.

Till kontrollgrupp

- *A hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara högst,*
- *B hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara lägre än för grupp A men ej ringa,*
- *C hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara ringa.*

Indelningen i kontrollgrupper skall ses över årligen mot bakgrund av vunna erfarenheter, ändringar i utformningen av anläggningen eller av dess driftbetingelser.”

Interna delar indelas i kontrollgrupperna A – C med avseende på funktionskriterier för de komponenter som erfordras för att upprätthålla hårdgeometrin, möjligheten att införa avstängningsreaktivitet samt upprätthållande av hårdkylning. Övriga anordningar tilldelas inte någon kontrollgrupp men kan ändå dokumenteras för fullständighetens skull och benämns då med ett - (streck).

Nedan angivna gränser mellan reaktortryckkärl och dess interna delar baseras på ASME Section III, Division 1, Article NB-1000 avsnitt NB-1132 “*Boundary Between Components and Attachments*”.

Gränsen mellan reaktortryckkärlet och svetsade anordningar mot reaktortryckkärlets insida går vid första anslutningssvets.

- om svetsen är belägen inom ett avstånd av $2 \times t^8$ från tankväggen tillhör anslutningssvetsen reaktortryckkärlet
- om svetsen är belägen bortom ett avstånd av $2 \times t$ från tankväggen tillhör anslutningssvetsen anordningen

Om osäkerhet råder hänvisas till ASME Section III, Division 1, Article NB-1000.

7.4 Principer för kontrollgruppering av interna delar i reaktortryckkärl

Indelning i kontrollgrupper enligt denna metod överensstämmer med Forsmarks rapport FKA- 2000-57, ”Urvalkriterier för återkommande kontroll av interna delar i reaktor tryckkärl”, godkänd 2000-04-06, och bygger på de allmänna råden i SKIFS 1994:1 där man utgår från ett konsekvensindex och ett skadeindex enligt matrisen nedan.

Skadeindex	Konsekvensindex		
	2	3	4
I	A	B	C
II	B	C	-
III	C	C	-

Definitioner:

- *Konsekvensindex* (KI) utgör ett mått på sannolikheten för att en skada eller degradering i en komponent kan leda till att någon eller några av säkerhetsfunktionerna ej kan upprätthållas. Konsekvensindex för interna delar graderas med siffrorna 2, 3 och 4. Konsekvensen vid en eventuell skada är störst där siffran 2 tilldelats
- *Skadeindex* (SI) är ett mått på sannolikheten för skada eller annan degradering i aktuellt objekt och bestäms av troliga belastningar och miljö i förhållande till dimensionering och materialegenskaper. Detta anges med index I-III, där I bedöms ha största sannolikheten för att skada eller degradering kan uppstå.

Om interndelen inte har någon säkerhetsuppgift skall den inte tilldelas någon kontrollgrupp men bör ändå dokumenteras för fullständighetens skull och benämns då med ett ”-” (streck).

7.5 Metodik vid kontrollgruppering av interna delar i reaktortryckkärl

7.5.1 Bestämning av konsekvensindex

Indelning i konsekvensindex baseras på THs gemensamma dokument, Forsmarks rapport FKA-2000-57, godkänd 2000-04-06, med däri ingående bilagor samt SKIs gransknings – PM ”Bedömning av förslag till återkommande kontroll och analys av reaktortryckkärlets interna delar”, daterat 1999-10-20, dnr 5.62-970479.

7.5.1.1 Säkerhetskriterier och funktionskriterier

Grunderna för tilldelning av konsekvensindex baseras på de krav för säkerhetskriterier som ställs på reaktortryckkärlets interna delar, dvs. upprätthållande av härdgeometri, kylning av härden och avstängningsreaktivitet. Tilldelningen skall ske med hänsyn till de funktionskriterier som strukturer och komponenter måste uppfylla för att de övergripande säkerhetskriterierna skall kunna fullgöras vid alla händelser där dessa funktioner

tillgodoräknas enligt anläggningens säkerhetsrapport (FSAR/SAR), inkluderat eventuellt indirekta konsekvenser av en skada i aktuellt objekt (t.ex. skador som orsakas av lösa delar).

7.5.1.2 Grundläggande konsekvensindex och slutligt konsekvensindex

För komponenter som tillhör de strukturer som berörs av säkerhetskriterierna sätts ett ”grundläggande konsekvensindex” för aktuell komponent. Efter att komponenten tilldelats detta s.k. grundläggande konsekvensindex, utförs en kvalitativ bedömning av de enskilda objektens systemtekniska marginaler för att avgöra slutligt konsekvensindex för objektet. Med objekt menas i dessa sammanhang, enskilda svetsar, bultar, fästen etc. på en viss komponent.

7.5.1.3 Systemtekniska marginaler

Med systemtekniska marginaler menas här om en komponent, som består av ett antal objekt, kan upprätthålla sin funktion trots totalhaveri i enstaka objekt. Om enstaka objekt tillåts vara ur funktion och komponentens funktion ändå upprätthålls, sägs objektet ha systemteknisk marginal. De enskilda objektens konsekvensindex kan i sådana fall höjas med ett steg (högre numeriskt värde).

Om detta inte kan uppfyllas, sägs objektet sakna systemtekniska marginaler.

7.5.1.4 Bestämning av konsekvensindex

Hur konsekvensindex bestäms utgående från de tre övergripande säkerhetskriterierna beskrivs utförligt i Forsmarks rapport FKA-2000-57:

- härdgeometrikriteriet - upprätthållande av härdens geometri
- reaktivitetskriteriet - möjlighet att göra reaktorn underkritisk
- nödkylningskriteriet - möjlighet att kyla härden.

Beroende på vilken uppgift komponenten konstruerats för gäller, enligt Forsmarks rapport FKA-2000-57, följande:

- interna delar som konstruerats för att garantera härdgeometrikriteriet tilldelas konsekvensindex 2
- interna delar som konstruerats för att garantera reaktivitetskriteriet eller nödkylningskriteriet tilldelas konsekvensindex 3
- om en sammansatt interndel kan fullgöra sin säkerhetsuppgift trots totalhaveri i enstaka delar får konsekvensindex höjas ett steg (högre numeriskt värde)
- om en interndel ingår i någon av säkerhetsfunktionerna ovan men funktionen upprätthålls även om delen inte fungerar tilldelas komponenten konsekvensindex 4
- konsekvensindex kan höjas (högre numeriskt värde) om det finns systemtekniska marginaler

7.5.2 Bestämning av skadeindex

De systemdelar och anordningsdelar som bedömts och erhållit konsekvensindex 2-4 skall värderas och tilldelas skadeindex.

Härvid skall alla kända skademekanismer och eventuella synergieffekter beaktas på ett systematiskt sätt med hänsyn till förekommande belastningar och miljöer i förhållande till konstruktiv utformning, dimensionering och materialegenskaper hos berörda anordningar.

I samband med bedömning av skadeindex ska de mest sannolika skademekanismerna/skadeorsakerna anges för respektive anordning eller anordningsdel, bl.a. som vägledning vid val av provningssystem och för att klargöra vilken kontrollomfattning och inriktning som kan anses vara nödvändig. Skadeindex baseras till stor del på erfarenheter från drift av reaktorläggningar. Om ingen signifikant skadeorsak kan identifieras anges detta och skadeindex sätts till III.

Ingen viktning eller medelvärdesvärdering av olika mekanismers skadeindex får göras.

I den mån särskilda argument framförs baserade på t.ex. forskningsresultat, drifterfarenheter eller andra styrkta erfarenheter kan skadeindex ändras i förhållande till dessa riktlinjer.

Införande av kontinuerlig HWC i BWR-anläggningar innebär att syrehalten sänks under långa drifttider i de systemdelar som skyddas av HWC. Detta förhållande kan dock inte tillgodoräknas generellt i reaktortryckkärlet, utan här förutsätts om inget annat kan påvisas normalvattenkemi (NWC).

7.6 Årlig översyn av kontrollgruppsindelningen

Vid årlig översyn av kontrollgruppsindelningen är det väsentligt att hänsyn tas till gjorda anläggningsändringar, ombyggnader och skador som har inträffat i såväl svenska som utländska anläggningar.

Vidare skall forskningsresultat som har betydelse för bedömning av säkerheten hos mekaniska anordningar i aktuella anläggningar och resultat från den fortlöpande kemiprovtagningen beaktas.

Utförd översyn av kontrollgruppsindelningen dokumenteras och innehåller de beaktanden och förändringar som gjorts.

7.7 Riktlinjer för bestämning av skadeindex för interna delar i reaktortryckkärl

7.7.1 Omfattning vid bedömning av skadeindex

7.7.1.1 Generellt

De aktuella områden på anordningar och anordningsdelar som i första hand skall värderas med avseende på skadeindex är följande:

- svetsförband i reaktortryckkärl och dess interna delar, svetsförband i övriga tryckkärl, rörledningar, cisterner, pumpar och ventiler. Här avses även infästningssvets för stativ och rör genomföring i reaktorinneslutningen, etc.
- T-stycken och övriga anordningsdelar vid flödesblandningspunkter eller andra områden där termiska utmattningsskador ej kan uteslutas
- rördelar eller andra anordningsdelar av kalldeformerat austenitiskt rostfritt stål utan efterföljande släckglödning
- områden i tryckkärl, rörledningar, cisterner, pumpar, ventiler eller andra anordningsdelar som kan utsättas för korrosion eller erosion

- termiska foder eller andra material och konstruktionsutformningar, typ spalter, som kan ge upphov till spaltkorrosion
- system där vibrationer är av en sådan storlek att de kan förorsaka utmattningsskador
- förekomst av nickelbaslegeringar t.ex. Alloy 600, 690 och deras respektive svetsmaterial samt X-750/718
- områden som utsätts för hög neutronfluens
- geometriska diskontinuiteter⁹ och blandskarvar¹⁰
- kemiska och geometriska förhållanden med avseende på erosion/korrosion
- tidigare inträffad skada eller skador som inträffat i motsvarande mekaniska anordningar i annan anläggning med likartade driftmiljöer och driftförutsättningar.

7.7.1.2 Specifikt för interna delar i reaktortryckkärl

Erosion behöver inte beaktas vid tilldelning av skadeindex för interna delar i reaktortryckkärl tack vare lämpliga materialval (företrädesvis rostfritt stål), plus att miljön i reaktortryckkärl ligger ovanför det kritiska temperaturområdet dvs. >200°C.

Det förekommer i viss utsträckning kolstålsmaterial i reaktortryckkärlens interna delar, bl.a. som utbytesdelar (t.ex. härdstrilkonsoler). Någon risk för spänningskorrosion föreligger ej och påverkan av allmän korrosion är försumbar på grund av låg syrehalt. De enda skademekanismer som behöver beaktas är termisk och mekanisk utmattning samt eventuellt hög neutronfluens. Blandskarvar enligt definitionen i fotnot 10 nedan förekommer inte i interna delar.

7.7.2 Skadeindex för interna delar i reaktortryckkärl

7.7.2.1 Interna delar – BWR

IGSCC i austenitiskt rostfritt stål och Alloy 600 (Grundmaterial)

Styrande parametrar för spänningskorrosion (IGSCC) är temperatur, belastningar, lokal miljö och materialtillstånd. Med materialtillstånd menas t.ex. kalldeformationsgrad eller sensibiliseringsgrad.

Materialets kalldeformationsgrad påverkas av tillverkningsförfarandet. Eventuell kalldeformation från svetsningsoperationer eller mekanisk bearbetning efter sista släckglödning behandlas i avsnittet IGSCC i kalldeformerat rostfritt grundmaterial längre fram.

Materialets sensibiliseringsgrad påverkas av dess kolhalt och den tillförda värmemängden i samband med svetsning. Dock anses att svetsgods av rostfritt stål (typ 18/8) är resistent mot IGSCC oavsett kolhalt. Försök som utförts pekar mot att IGSCC inte uppträder vid temperaturer lägre än 150 °C under normala driftbetingelser. För interna delar i reaktortryckkärl är dock alltid normal drifttemperatur >150 °C.

⁹ dimensionsförändringar i form av t.ex fasningar

¹⁰ Avser sammanfogning av material med stor skillnad i längdutvidgningskoefficient d.v.s kolstål mot rostfritt stål utan mellanliggande buttring eller svetsgods av Ni-bas

Skadeindex för austenitiskt rostfritt stål sätts enligt tabell nedan.

Drifttemperatur	Kolhalt %		
	$C \leq 0,034$	$0,034 < C \leq 0,044$	$C > 0,044$
$>150^\circ\text{C}$	III	II	I

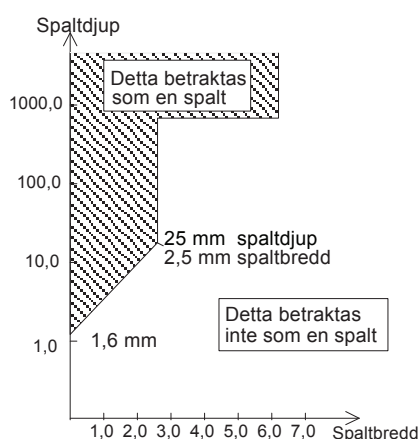
För Alloy 600 med en kolhalt ≥ 0.050 sätts skadeindex II vid temperaturer i området 150-300°C. För Alloy 600 i övrigt sätts skadeindex III.

Reparationer

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av $5t$ (t =tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets eller HAZ sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

Spalter

För Alloy 600 ökar risken för spänningskorrosion i spalter. I dessa fall sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I).



IDSCC (IGSCC) i Ni-bassvetsgods

Alloy 182 har av erfarenhet visat sig kunna vara känsligt för spänningskorrosion i BWR-miljö, speciellt efter omfattande svetsreparationer. Alloy 52 och Alloy 82 har hittills visat sig vara mindre känsliga för spänningskorrosion.

I de fall mediaberörd yta av Alloy 52 eller Alloy 82, även efter bearbetning, har en tjocklek som är större än detekteringsmålet för den provningsteknik som kommer att användas, exklusive eventuell uppblandningszon med Alloy 182, kan detta tillgodoräknas vid bestämning av skadeindex. Med nuvarande prestanda för provningstekniken erfordras 4-5 mm Alloy 52/82. I annat fall tas ingen hänsyn till om invändig cladding/-rotsträng är lagd med någon av dessa Ni-bas legeringar vid bestämning av skadeindex.

För interna delar i reaktortryckkärl är alltid normal drifttemperatur $>150^\circ\text{C}$ vilket ger skadeindex I för Alloy 182 och skadeindex III för Alloy 52 eller Alloy 82.

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av 5 t (t=tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex III till II). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

IGSCC i kalldeformerat rostfritt grundmaterial

Risken för IGSCC styrs såväl av deformationsgraden som av miljön. Materialanalysens roll bortses ifrån, även om den inte är försumbar. Så är t.ex. Mo-legerade stål mindre benägna att bilda deformationsmartensit än motsvarande icke Mo-legerade.

Litteraturen och inträffade skadefall pekar mot att det krävs en kraftig ytdeformation för att IGSCC ska initieras från en slät yta. Ytdeformationen erhålls normalt vid bockning av rör eller plåt, men kan även åstadkommas genom mekanisk bearbetning av ytan, t.ex. om inre dorn används vid rörbockning, stansning av hål (mavafördelare), stor matning vid skärande bearbetning eller kraftig slipning. Kalldeformation av material kan även erhållas vid ogynnsamma svetsningsbetingelser som svetsning av material med låg sträckgräns under hög inspänningsgrad. Såväl nationella som internationella erfarenheter visar att även material med låg kolhalt kan vara känsligt för sprickbildning under dessa betingelser.

Om komponenten släckglödats efter kalldeformation, svetsning eller induktionsbockning behöver risken för kalldeformation ej beaktas.

I tveksamma fall skall materialkompetens kontaktas.

Vid risk för kalldeformation genom mekanisk bearbetning av ytan, t.ex. kraftig slipning, eller ogynnsamma svetsbetingelser enligt ovan sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde, t.ex.. ändras från III till II.

Vid rörbockning eller plåtbockning definieras deformationsgraden i % = $\frac{100 \times Dy}{2R}$ där:

R = bockningsradien

Dy = rörets ytterdiameter alt plåttjockleken

För interna delar i reaktortryckkärl är alltid normal drifttemperatur >150°C vilket vid bockning ger skadeindex enligt tabell nedan. Om komponenten släckglödats efter bockningen behöver risken för kalldeformation ej beaktas.

	Deformationsgrad %		
	<3%	3-10%	>10%
Drifttemperatur	R > 17 Dy	5 Dy ≤ R ≤ 17 Dy	R < 5 Dy
>150°C	III	II	I

IGSCC i gjutet rostfritt stål

Gjutet rostfritt stål anses ha tillfredsställande resistens mot IGSCC om ferrithalten är mellan 3% och 20%.

Bakgrunden till att en viss mängd ferrit önskas är att:

- risken för varmsprickor vid gjutningen minskar
- risken för IGSCC minskar.

Om ferrithalten överstiger 20 % finns risk för bildning av spröd Σ - fas.

Bestämning av ferrithalten kan ske antingen med hjälp av ett Schaefflerdiagram eller direkt uppmätning på objektet. Vid direktmätning finner man att ferrithalten brukar variera avsevärt i en komponent. För bestämning av skadeindex bör man därför beräkna ett medeltal av ett antal mätningar.

Gjutet rostfritt stål är något bättre mot IGSCC än plastiskt format dito, varför temperaturgränsen sätts till 150 °C. För interna delar i reaktortryckkärl är alltid normal drifttemperatur >150 °C vilket ger skadeindex enligt tabell nedan.

Drifttemperatur	Kolhalt	Ferrithalt %		
		<3%	3-20%	>20%
>150 °C	≤0,03%	III	III	III
>150 °C	>0,03%	II	III	II

Mekanisk utmattning

Vad gäller lågcykelutmattning är utnyttjningsfaktorn generellt sett låg, <0,3 och påverkar inte skadeindex.

Interna delar är konstruerade så att högcykelutmattning undviks.

Anordning eller anordningsdel som utsätts för vibrationer eller förhållanden som erfarenhetsmässigt visat sig kunna leda till uppkomst av vibrationer tilldelas skadeindex I.

Termisk utmattning

Med termisk utmattning avses här fenomenet som uppstår då två flöden av olika temperaturer blandas.

De största temperaturdifferenserna mellan olika flöden på BWR finns i anslutning till matarvatteninloppet (ΔT ca 100°C). För att fördela det kalla matarvattenflödet in i återcirkulationsflödet och därmed minska risken för termisk utmattning har konstruktiva åtgärder vidtagits i form av matarvattenfördelare, som monteras i matarvatteninloppen. För matarvattenfördelarna ansätts skadeindex I.

Normalt är övriga temperaturdifferenser mellan olika flöden lägre ($\Delta T < 50^\circ\text{C}$) och påverkar därmed inte skadeindex. Trots detta måste man vara uppmärksam på problemet och ändra skadeindex vid misstanke om förekomst av termisk utmattning på andra ställen än kring matarvatteninloppet.

Spaltkorrosion

Erfarenheten visar att risken för spaltkorrosion generellt sett är liten och någon speciell kontroll krävs ej. Däremot ökar risken för spänningskorrosion hos Alloy X-750 och Alloy 600 i spaltmiljö. För dessa fall sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex III till II). Definition av spalt beskrivs tidigare i detta avsnitt .

Hög neutronfluens

Komponenter i och nära härden påverkas av neutronbestrålning vilket successivt påverkar materialets egenskaper. Materialets brottseghet minskar och känsligheten för bestrålningsassisterad spänningskorrosion, IASCC, ökar med ökad neutrondos (fluens).

Observera att neutrondosen ackumuleras med drifttiden, vilket måste beaktas vid den årliga översynen av kontrollprogrammet.

Vid framtagning av skadeindex görs bedömningen att svetsområden (HAZ) är mer kritiska än grundmaterial eftersom såväl svetsegenspänningar som bidrag från termisk sensibilisering spelar in. Bestrålningspåverkan mäts även i dpa (displacement per atom). För rostfritt material gäller att 1 dpa motsvarar en neutronfluens på 7.5×10^{20} n/cm² för E > 1 MeV. Se tabell nedan.

	Neutrondos n/cm ² (E>1MeV)		
	$n < 5 \cdot 10^{20}$	$5 \cdot 10^{20} \leq n \leq 1 \cdot 10^{21}$	$n > 1 \cdot 10^{21}$
I anslutning till svets	III	II	I
Grundmaterial	III	III	II

Höghållfasta material

Med höghållfasta material avses här material med en sträckgräns överstigande 500 MPa. Exempel på dessa material är Alloy X-750, SS 2570 och 17-4 PH.

Dessa material kan vara känsliga för spänningskorrosion om de utsätts för dragspänningar under drift. Typiska användningsområden är skruvar, fjädrar, dragstänger etc.

Höghållfasta material tilldelas skadeindex enligt tabell nedan. Exempel på modifierade värmebehandlings för X750 är EPRI CIA, CIB och CIST. Dessa material är mer resistent mot spänningskorrosion och kan därför tilldelas ett steg högre skadeindex jämfört med konventionellt värmebehandlat X750 vid spänningsnivåerna $0,5 \cdot R_{p0,2} \leq \sigma < 1,1 \cdot R_{p0,2}$ (t.ex. II i stället för I).

Material	Dragspänning			
	$\sigma < R_{p0,2}/2$	$R_{p0,2}/2 \leq \sigma < 0,9 \cdot R_{p0,2}$	$0,9 \cdot R_{p0,2} \leq \sigma < 1,1 \cdot R_{p0,2}$	$\sigma \geq 1,1 \cdot R_{p0,2}$
Konventionellt värmebehandlat X750, SS2570	III	II	I	I
Modifierat värmebehandlat X750	III	III	II	I
Övriga, 17-4PH, 718	III	III	II	I

För höghållfasta material skall spaltmiljö särskilt beaktas enligt avsnittet ”Spaltkorrosion” ovan samt enligt avsnittet ”Tidigare inträffade skador” nedan.

Tidigare inträffade skador

Om analys av tidigare inträffade skador i egen anläggning och aktuell komponent, eller motsvarande komponent i annan anläggning med likvärdiga driftförhållanden, entydigt visar på uppenbara skaderisker, ska aktuellt kontrollområde tilldelas skadeindex I.

7.7.2.2 Interna delar – PWR

IGSCC i austenitiskt rostfritt stål, kalldeformerat rostfritt grundmaterial och gjutet rostfritt stål

I PWR-anläggningarna är driftförutsättningarna på grund av vattenkemin och frånvaron av kokning i primärkretsen bättre för de rostfria stålen jämfört med BWR-anläggningar. I PWR-miljön ligger syrehalterna klart under erforderlig syrehalt för IGSCC.

Rostfritt stål, kalldeformerat rostfritt grundmaterial och gjutet rostfritt stål med kolhalt <0.08% kan därför tilldelas skadeindex III i PWR-miljö.

Spänningskorrosion i Ni-bassvetsgoods och Ni-baslegeringar

Alloy 182 har av erfarenhet visat sig kunna vara känsligt för spänningskorrosion i PWR-miljö, speciellt efter omfattande svetsreparationer. Alloy 52 och 82 har hittills visat sig vara mindre känsliga för spänningskorrosion.

Vid angivande av skadeindex har risken för kalldeformation av Alloy 600 samt risken för varmsprickor i samband med reparationer i svetsgoods Alloy 182 beaktats.

I de fall mediaberörd yta av Alloy 52 eller Alloy 82, även efter bearbetning, har en tjocklek som är större än detekteringsmålet för den provningsteknik som kommer att användas, exklusive eventuell uppblandningszon med Alloy 182, får detta tillgodoräknas vid bestämning av skadeindex. Med nuvarande prestanda för provningstekniken erfordras 4-5 mm Alloy 52/82. I annat fall tas ingen hänsyn till om invändig cladding/rotsträng är lagd med någon av dessa Ni-bas legeringar vid bestämning av skadeindex.

För bestämning av skadeindex för ovanstående material se tabellen nedan.

Om det kan visas att inga omfattande reparationer utförts med risk för varmsprickor, alternativt att ingen kalldeformation och att inga höga belastningar förekommit för A-600 material, kan skadeindex höjas ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex I till II).

Alloy	Drifttemperatur °C		
	<250	250-300	>300
690/52	III	III	III
82	III	III	II
182	III	II	I
600	III	II	I

X-750 kan vara känsligt för spänningskorrosion om det utsätts för dragspänningar under drift. Typiska användningsområden är skruvar, fjädrar, dragstänger etc.

Skadeindex tilldelas enligt tabellen nedan. Exempel på modifierade värmebehandlingar är EPRI CIA, CIB och CIST. Dessa värmebehandlingar är mer resistent mot spänningsskorrosion och kan därför tilldelas ett steg högre skadeindex jämfört med konventionellt värmebehandlat X750 vid spänningsnivåerna $0,5 * R_{p0,2} \leq \sigma < 1,1 * R_{p0,2}$ (t.ex. II i stället för I).

Material	Dragspänning			
	$\sigma < R_{p0,2}/2$	$R_{p0,2}/2 \leq \sigma < 0,9 * R_{p0,2}$	$0,9 * R_{p0,2} \leq \sigma < 1,1 * R_{p0,2}$	$\sigma \geq 1,1 * R_{p0,2}$
Konventionellt värmebehandlat X750	III	II	I	I
Modifierat värmebehandlat X750	III	III	II	I

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av $5t$ (t =tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

Mekanisk utmattning

Vad gäller lågcykelutmattning är utnyttjningsfaktorn generellt sett låg, $< 0,3$ och påverkar inte skadeindex.

Interna delar är konstruerade så att högcykelutmattning undviks.

Anordning eller anordningsdel som utsätts för vibrationer eller förhållanden som erfarenhetsmässigt visat sig kunna leda till uppkomst av vibrationer tilldelas skadeindex I.

Termisk utmattning

Med termisk utmattning avses här fenomenet som uppstår då två flöden av olika temperaturer blandas.

De största temperaturdifferenserna mellan olika flöden i PWR är ca 50°C . Därför förekommer det under normala driftförhållanden inga problem med termisk utmattning i interna delar på PWR. Trots detta måste man vara uppmärksam på problemet och ändra skadeindex vid misstanke om förekomst av termisk utmattning.

Spaltkorrosion

I PWR-primärkrets anses inte spaltkorrosion utgöra något problem på grund av låg syrehalt, höga flödes hastigheter och frånvaron av kokning.

Hög neutronfluens

Komponenter i och nära härden påverkas av neutronbestrålning vilket successivt påverkar materialets egenskaper. Materialets brottseghet minskar och känsligheten för bestrålningsassisterad spänningsskorrosion, IASCC, ökar med ökad neutrons dos (fluens).

På grund av vattenkemifaktorer blir inte rostfritt stål med hög neutrondos lika utsatt för IASCC i PWR-miljö som i BWR-miljö. Neutrondosen ackumuleras med drifttiden, vilket måste beaktas vid den årliga översynen av kontrollprogrammet.

Vid framtagning av skadeindex görs bedömningen att svetsområden (HAZ) är mer kritiska än grundmaterial eftersom såväl svetsegenspänningar som bidrag från termisk sensibilisering spelar in. Bestrålningspåverkan mäts även i dpa (displacement per atom). För rostfritt material gäller att 1 dpa motsvarar en neutronfluens på 7.5×10^{20} n/cm² för E > 1 MeV.

	Neutrondos n/cm ² (E>1MeV)		
	$n < 5 \cdot 10^{21}$	$5 \cdot 10^{21} \leq n \leq 8 \cdot 10^{21}$	$n > 8 \cdot 10^{21}$
I anslutning till svets	III	II	I
Grundmaterial	III	III	II

Tidigare inträffade skador

Om analys av tidigare inträffade skador i egen anläggning och aktuell komponent, eller motsvarande komponent i annan anläggning med likvärdiga driftförhållanden, entydigt visar uppenbara skaderisker, ska aktuellt kontrollområde tilldelas skadeindex I

8 KONTROLLGRUPPERING AV RÖRLEDNINGAR OCH TRYCKBÄRANDE ANORDNINGAR INKLUSIVE AVSÄKRINGSUTRUSTNING OCH RÖRELSEDÄMPARE

8.1 Bakgrund

Enligt SSMFS 2008:13, 3 kap 2§ gäller att ”Principerna, metoderna och tillvägagångssättet för indelning i kontrollgrupper enligt 1 § samt för bestämning av kontrollomfattning och kontrollintervall enligt 4-5, 7-8 §§ skall vara säkerhetsgranskade i enlighet med 4 kap. 3 § i SSMFS 2008:1.

8.2 Syfte

Syftet med detta avsnitt är att beskriva de kvalitativa principer, metoder och tillvägagångssätt som skall följas vid kontrollgruppering av rörledningar och tryckbärande anordningar, inkl. avsäkringsutrustning och rörelsedämpare, på de svenska kärnkraftverken.

För PWR begränsas dessa principer till att omfatta kontrollgruppsindelning av komponenter t.ex. ånggeneratorer och tryckhållare samt tilldelning av konsekvensindex för rörledningar som ett underlag för kontrollgruppsindelning av rörelsedämpare och avsäkringsutrustning. Ånggeneratorertuber i tryckvattenreaktoranläggningar omfattas ej heller av detta dokument.

8.3 Förutsättningar för kontrollgruppering av rörledningar och tryckbärande anordningar

I reaktorläggningar är det främst de relativa riskerna för kärnbränsleskador och riskerna för utsläpp av radioaktiva ämnen som ska beaktas vid kontrollgruppsindelning av mekaniska anordningar.

I SSMFS 2008:13, 3 kap, 1 § anges följande: ”Mekaniska anordningar i anläggningen, med undantag för dels sådana interna delar som har till uppgift att skydda tryck- och lastbärande anordningar, dels sådana mekaniska anordningar som utgör delar av reaktorinneslutningen, skall indelas i kontrollgrupperna A-C för att styra omfattning och inriktning av återkommande kontroll enligt 5§, 7-8 §§. Indelningen skall bestämmas med hänsyn tagen till de relativa riskerna för kärnbränsleskador, utsläpp av radioaktiva ämnen, oavsiktliga kedjereaktioner och brister i övrigt till följd av skador som kan uppkomma i de mekaniska anordningarna.

Till kontrollgrupp

- A hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara högst,
- B hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara lägre än för grupp A men ej ringa,
- C hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara ringa.

Indelningen i kontrollgrupper skall ses över årligen mot bakgrund av vunna erfarenheter, ändringar i utformningen av anläggningen eller av dess driftbetingelser.”

Nedan angivna gränser mellan reaktortryckkärl och anslutande rörledningar baseras på ASME Section III, Division 1, Article NB-1000 avsnitt NB-1131 “Boundary of Components”.

Gränsen mellan reaktortryckkärlet och anslutande rörledning går vid:

- anslutningssvets mot rörledningen (svetsen tillhör rörledningen). Eventuell safe-end inklusive tillhörande 1:a anslutningssvets tillhör reaktortryckkärlet
- ytan av den första flänsen i flänsförband (skruvarna tillhör rörledningen)
- första gängförband i gängade anslutningar (gänga i rör tillhör rörledningen)

Om osäkerhet råder hänvisas till ASME Section III, Division 1, Article NB-1000.

8.4 Principer för kontrollgruppering av rörledningar och tryckbärande anordningar

Indelningen i kontrollgrupper enligt denna metod bygger huvudsakligen på de tidigare bestämmelserna och allmänna råden i SKIFS 1994:1 där man utgår från ett konsekvensindex och ett skadeindex, se matris nedan.

Skadeindex	Konsekvensindex		
	1	2	3
I	A	A	B
II	A	B	C
III	B	C	C

Definitioner:

Konsekvensindex (KI) är ett mått på hur allvarligt ett brott betraktas i förhållande till de marginaler som finns tillgängliga fram till oacceptabla konsekvenser av typ kärnbränsleskador, skador på reaktorinneslutningens täthet, utsläpp av stora mängder radioaktiva ämnen samt skador i övrigt som kan leda till ohälsa och olycksfall. Detta anges med index 1-3, där värdet 1 anger störst konsekvens.

Skadeindex (SI) ett mått på sannolikheten för skada eller annan degradering i aktuell anordningsdel och bestäms av troliga belastningar och miljö i förhållande till dimensionering och materialegenskaper. Detta anges med index I-III, där I bedöms ha största sannolikheten för att skada eller degradering kan uppstå.

8.5 Metodik vid kontrollgruppering av rörledningar och tryckbärande anordningar

8.5.1 Omfattning av kontrollgruppsindelningen

Rörledningar och tryckbärande anordningar skall kontrollgrupperas med avseende på både läckage och säkerhetsfunktion. Avsäkringsutrustning och rörelsedämpare kontrollgrupperas däremot enbart med avseende på deras säkerhetsfunktion.

Härvid skall både direkta och indirekta konsekvenser av brott och läckage till följd av sprickbildning eller annan degradering beaktas.

De rörledningar och stutsar som inte erhåller något konsekvensindex tilldelas kontrollgrupp C utan att bestämma skadeindex.

8.5.2 Bestämning av konsekvensindex

Vid bestämning av konsekvensindex skall såväl direkta som indirekta konsekvenser beaktas.

Direkta konsekvenser av ett brott eller läckage bestäms av möjligheterna att:

- återflöda reaktortryckkärlet och därigenom hålla härden kylt
- kyla reaktorns resteffekt
- snabbstoppa reaktorn
- upprätthålla reaktorinneslutningens täthetsfunktion.

Indirekta konsekvenser uppstår genom att ett brott eller läckage leder till degradering av andra system eller funktioner genom påverkan av översvämningar, spray, hög temperatur, rörslag (pipe whip) och jetstrålar.

System som inte påverkar reaktorsäkerheten tilldelas ej något konsekvensindex utan placeras direkt i kontrollgrupp C.

Anordningar bedöms och tilldelas ett konsekvensindex efter de riktlinjer som anges i avsnitt 8.7. I den mån det finns systemtekniska marginaler och/eller särskilda argument framförs baserade på deterministiska och/eller probabilistiska säkerhetsanalyser kan konsekvensindex ändras ett steg (höjas eller sänkas) i förhållande till dessa riktlinjer. Med systemteknisk marginal menas att konsekvensen av ett brott eller läckage i en anordning skiljer sig från den nivå som ges vid tillämpning av kriterierna enligt avsnitt 8.7. Exempel på sådana anordningar är flänsförband och fästen/stag som tillsammans håller fast en mekanisk anordning. I dessa fall kan det bli aktuellt med en numerisk höjning av konsekvensindex med max ett steg. Analyser och bedömningar som ligger till grund för förändring av konsekvensindex skall vara dokumenterade och säkerhetsgranskade. Om argumenten att förändra konsekvensindex baseras på andra bedömningar än de som angetts ovan, skall dessa bedömningar först säkerhetsgranskas i enlighet med 4 kap. 3 § i SSMFS 2008:1 och sedan anmälas till SSM enligt SSMFS 2008:13, 3 kap 2§ innan de får tillämpas.

8.5.2.1 Konsekvensindex med avseende på direkta konsekvenser

Om ett rörbrott sker i anslutning till reaktortankens botten, tex. ”stort bottenbrott”, finns det enbart få konsekvenslindrande system att tillgå, dvs hög konsekvens. Om brottet sker under effektdrift och utanför reaktorinneslutningen dvs, ”yttre rörbrott” i system som är trycksatt mot reaktorn, finns det flera konsekvenslindrande system att tillgå, dvs, lägre sannolikhet att ett rörbrott kan få oacceptabla konsekvenser.

Konsekvenserna av ett brott eller läckage bestäms av ekvivalent öppningsarea i förhållande till tillgänglig återflödningskapacitet. I de fall s.k. strypningar förekommer kan systemdelen tilldelas konsekvensindex enligt den storlek som ger ekvivalent brottflöde.

Om ett brott kan leda till dubbelsidigt kylmedelsutflöde från reaktortryckkärlet tilldelas konsekvensindex motsvarande den storlek som ger totalt ekvivalent brottflöde från båda ändarna av brottet.

8.5.2.2 **Konsekvensindex med avseende på indirekta konsekvenser**

I de säkerhetsanalyser av rörbrott som redovisas i SAR skall alla direkta och indirekta konsekvenser av rörbrott beaktas. För att begränsa konsekvenserna av indirekta skador tillämpas generella säkerhetsprinciper såsom redundans (flertalighet), diversifiering (olika funktionsprinciper) och fysisk separation vilket begränsar effekten av indirekta konsekvenser. Skulle säkerhetsanalysen visa att det finns indirekta konsekvenser som kan påverka en säkerhetsfunktion så att anläggningen inte klarar enkelfelskriteriet så måste konstruktiva åtgärder vidtas. I det fallet är det inte tillräckligt att öka provningsomfattningen, men utökad provning kan ingå som en del i väntan på permanenta åtgärder.

Detta sker genom att värdera en temporär förändring av konsekvensindex för de områden där man identifierat att indirekta konsekvenser kan leda till att anläggningen inte klarar enkelfelskriteriet på motsvarande sätt som för områden där indirekta konsekvenser kan hota inneslutningens integritet. Tillvägagångssättet beskrivs nedan.

Konsekvensindex baseras i första hand på möjligheten att kyla härden. Enda fall där indirekta konsekvenser av rörbrott behöver beaktas vid ansättande av konsekvensindex är då inneslutningens integritet kan hotas dvs. vid brott i närheten av skalventilerna. För BWR beaktas detta specifikt genom att anordningar som är trycksatta med reaktorvatten/ånga och som ingår i reaktorinneslutningens täthetsfunktion eller är belägna i omedelbar närhet (5 m) till inre eller yttre skalventil tilldelas konsekvensindex 2.

8.5.3 **Bestämning av Skadeindex**

De systemdelar och anordningsdelar som bedömts och erhållit konsekvensindex 1-3 skall värderas och tilldelas skadeindex.

Härvid skall alla kända skademekanismer och eventuella synergieffekter beaktas på ett systematiskt sätt med hänsyn till förekommande belastningar och miljöer i förhållande till konstruktiv utformning, dimensionering och materialegenskaper hos berörda anordningar.

I samband med bedömning av skadeindex ska de mest sannolika skademekanismerna /skadeorsakerna anges för respektive anordning eller anordningsdel, bl.a. som vägledning vid val av provningssystem och för att klargöra vilken kontrollomfattning och inriktning som kan anses vara nödvändig. Skadeindex baseras till stor del på erfarenheter från drift av reaktor-anläggningar. Om ingen signifikant skadeorsak kan identifieras anges detta och skadeindex sätts till III.

Ingen viktning eller medelvärdesvärdering av olika mekanismers skadeindex får göras.

Riktlinjer för bedömning av skadeindex finns angivna i avsnitt 8.8. I den mån särskilda argument framförs baserade på t.ex. forskningsresultat, drifterfarenheter eller andra styrkta erfarenheter kan skadeindex ändras i förhållande till dessa riktlinjer.

Införande av kontinuerlig HWC i BWR-anläggningar innebär att syrehalten sänks under långa drifttider i de systemdelar som skyddas av HWC. Under en driftsäsong finns dock tillräckligt långa tider med NWC för att kunna orsaka IGSCC. HWC påverkar primärt inte skadeindex utan enbart kontrollintervallet.

8.5.4 Kontrollgruppering av säkerhetsventiler och icke mekanisk tryck- eller temperaturavsäkringsutrustning

Säkerhetsventiler till anordningar i systemdelar med konsekvensindex 1-2 tilldelas kontrollgrupp A. Säkerhetsventiler till anordningar i systemdelar med konsekvensindex 3 tilldelas kontrollgrupp B. Övriga säkerhetsventiler tilldelas kontrollgrupp C.

Icke mekanisk tryck- eller temperaturavsäkringsutrustning till anordningar i systemdelar med konsekvensindex 1-2 tilldelas kontrollgrupp A. Tryck- eller temperaturavsäkringsutrustning till anordningar i systemdelar med konsekvensindex 3 tilldelas kontrollgrupp B. Övrig tryck- eller temperaturavsäkringsutrustning tilldelas kontrollgrupp C.

8.5.5 Kontrollgruppering av rörelsedämpare

Rörelsedämpare, både mekaniska och hydrauliska, till anordningar i systemdelar med konsekvensindex 1-2 tilldelas kontrollgrupp A. Rörelsedämpare till anordningar i systemdelar med konsekvensindex 3 tilldelas kontrollgrupp B. Övriga rörelsedämpare tilldelas kontrollgrupp C.

8.6 Årlig översyn av kontrollgruppsindelningen

Vid årlig översyn av kontrollgruppsindelningen är det väsentligt att hänsyn tas till gjorda anläggningsändringar, ombyggnader och skador som har inträffat i såväl svenska som utländska anläggningar.

Vidare skall forskningsresultat som har betydelse för bedömning av säkerheten hos mekaniska anordningar i aktuella anläggningar och resultat från den fortlöpande kemiprovtagningen beaktas.

Utförd översyn av kontrollgruppsindelningen dokumenteras och innehåller de beaktanden och förändringar som gjorts.

8.7 Riktlinjer för bestämning av konsekvensindex för Rörledningar och tryckbärande anordningar

8.7.1 Konsekvensindex för rörledningar och tryckbärande anordningar BWR

Nedan anges kriterier för tilldelning av konsekvensindex för både extern- och internpumpsreaktorer.

Kriterierna enligt avsnitt 8.7.1.1 gäller för både extern- och internpumpsreaktorer, men förutsätter att tvångsnedblåsning (TB) utlöses vid stora brottareor under härdens övre kant.

Internpumpsreaktoreernas konstruktion innebär att ett brott under härdens övre kant inte medför så stor nivå-sänkning i reaktortryckkärlet att tvångsnedblåsning (TB) behöver utlösas, varför alternativa kriterier enligt avsnitt 8.7.1.2 kan tillämpas för dessa reaktortyper.

Med reaktorinneslutningens täthetsfunktion avses inneslutningens väggar, slussar, golv, kupol och genomföringar. Även mellanbjälklag med anslutande rörledningar ner under vattenytan till kondensationsbassängen ska beaktas. Täthetsfunktionen över mellanbjälklag med anslutande rörledningar ska vara säkerställd till sådan grad att PS-funktionen alltid kan upprätthållas. Även om mellanbjälklaget inte definitionsmässigt tillhör reaktorinneslut-

ningens täthetsfunktion, kan den indirekt komma att skada denna om PS-funktionen upphör.

8.7.1.1 **Externpumpsreaktorer samt internpumpsreaktorer med kreditering av TB**

De nominella dimensioner som anges nedan avser innerdiameter i mm.

Konsekvensindex 1

Konsekvensindex 1 tilldelas:

- anordningar med $DN > 100$ i systemdelar som ansluter under härdens övre kant i reaktortryckkärlet fram till och med andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott, dvs ett giljotinbrott som snabbt kan tömma reaktortryckkärlet.

Konsekvensindex 2

Konsekvensindex 2 tilldelas:

- anordningar med $> DN100$ i systemdelar som ansluter över härdens övre kant i reaktortryckkärlet fram till och med andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- anordningar med $DN50$ - $DN100$ i systemdelar som ansluter under härdens övre kant i reaktortryckkärlet fram till och med andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- anordningar med $DN \geq 50$ i systemdelar som är trycksatta med reaktorvatten (avser både vatten och ånga) och som ingår i reaktorinneslutningens täthetsfunktion eller är belägna i omedelbar närhet (ca 5 m) till inre eller yttre skalventil¹¹.
- anordningar med $DN \geq 50$ i systemdelar som är trycksatta med reaktorvatten (avser både vatten och ånga) och där man identifierat att indirekta konsekvenser kan leda till att anläggningen inte klarar enkelfelskriteriet

Konsekvensindex 3

Konsekvensindex 3 tilldelas:

- övriga anordningar med $DN \geq 50$ i systemdelar som är trycksatta med reaktorvatten
- de systemdelar $DN \geq 50$ som ej tilldelats konsekvensindex 1 eller 2 och som krävs för att snabbstoppa reaktorn, kyla reaktorns resteffekt eller för att upprätthålla reaktorinneslutningens täthetsfunktion

8.7.1.2 **Internpumpsreaktorer utan kreditering av TB**

Om inget annat anges beräknas brottflödet utifrån ekvivalent brottarea vid ett giljotinbrott¹². Andra beräkningsgrunder skall baseras på analys som tar hänsyn till möjlig skadeutveckling.

Konsekvensindex 1

Ej tillämpligt¹³

¹¹ Avser systemdelar som är trycksatta från reaktortryckkärlet samt rörledningar mellan skalventiler och i dess närhet (ca 5m) på grund av att de vid rörbrott kan äventyra både härdens kylning och reaktorinneslutningens täthet.

¹² anordningar där härden vid eventuella skador eller läckage kan återflödas med hjälp av enbart en HT-krets (ca 22,5 kg/s) tilldelas inget konsekvensindex.

Konsekvensindex 2

Konsekvensindex 2 tilldelas:

- brott eller läckage fram till och med andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott och där utflödet är > 45 kg/s. (Motsvarar utflödet av mättat vatten från ett rör med $D_i > 39$ mm, motsvarande dimension för ånga $D_i > 75$ mm baserat på SKI rapport 2003:2)
- anordningar med $DN \geq 50$ i systemdelar som är trycksatta med reaktorvatten (avser både vatten och ånga) och som ingår i reaktorinneslutningens täthetsfunktion eller är belägna i omedelbar närhet (ca 5 m) till inre eller yttre skalventil¹⁴.
- anordningar med $DN \geq 50$ i systemdelar som är trycksatta med reaktorvatten (avser både vatten och ånga) och där man identifierat att indirekta konsekvenser kan leda till att anläggningen inte klarar enkelfelskriteriet

Konsekvensindex 3

Konsekvensindex 3 tilldelas:

- Brott eller läckage fram till och med andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott och där utflödet är mellan 45 – 22,5 kg/s. (Motsvarar utflödet av mättat vatten från ett rör med $D_i 39 - 19$ mm, motsvarande dimension för ånga $D_i > 75 - 54$ mm, baserat på SKI rapport 2003:2)
- Övriga anordningar med $DN \geq 50$ i systemdelar som är trycksatta med reaktorvatten
- De systemdelar $DN \geq 50$ som ej tilldelats konsekvensindex 1 eller 2 och som krävs för att snabbstoppa reaktorn, kyla reaktorns resteffekt eller för att upprätthålla reaktorinneslutningens täthetsfunktion

8.7.2 Konsekvensindex för rörledningar och tryckbärande anordningar PWR

Ånggeneratorns primärdelar skall följa konsekvensindex för huvudcirkulationssystemets varma ben/mellanben.

Konsekvensindex 1

Konsekvensindex 1 tilldelas:

- huvudcirkulationssystem, dvs. varma- mellan- och kalla benet
- anordningar med $DN > 150$ i huvudcirkulationssystemets kalla ben, från anslutning mot reaktortryckkärlet till och med andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- ånggeneratorernas sekundärdelar som kan medföra ekvivalent brottflöde motsvarande $DN > 400$.

¹³ internpumpsreaktorernas konstruktion innebär att ett brott under härdens övre kant alltid kan återflödas med minst två HT-kretsar (ca 45 kg/s).

¹⁴ Avser systemdelar som är trycksatta från reaktortryckkärlet samt rörledningar mellan skalventiler och i dess närhet (ca 5m) på grund av att de vid rörbrott kan äventyra både härdens kylning och reaktorinneslutningens täthet.

Konsekvensindex 2

Konsekvensindex 2 tilldelas:

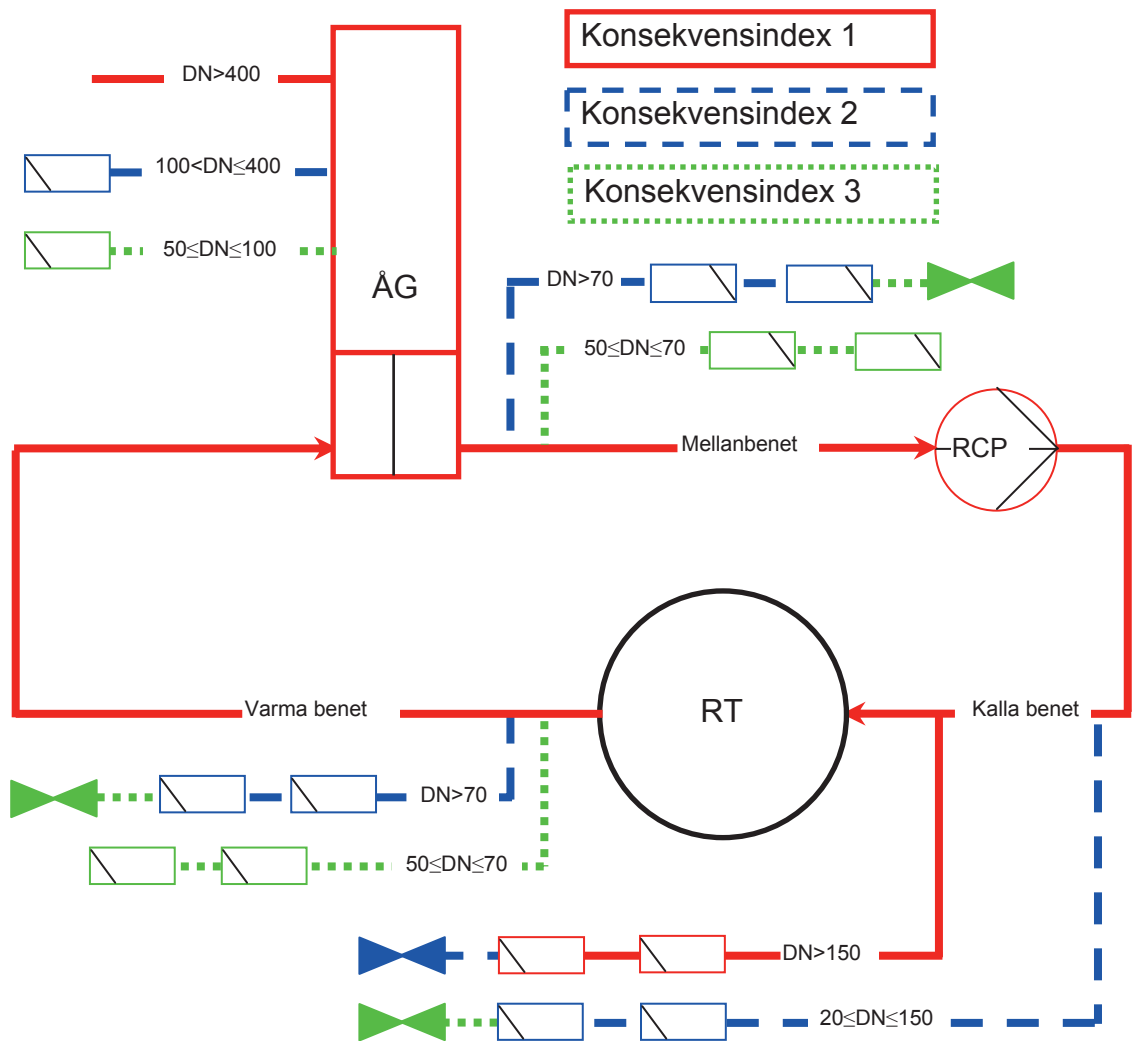
- anordningar med DN20-DN150 i huvudcirkulationssystemets kalla ben, från anslutning mot reaktortryckkärlet till och med andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- anordningar med DN>70 i huvudcirkulationssystemets varma- och mellanben, från anslutning mot reaktortryckkärlet till och med andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- anordningar med DN>150 i huvudcirkulationssystemets kalla ben, efter andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- anordningar med DN>100 som ansluter till ånggeneratorns sekundärsida till och med första ventil som stänger automatiskt vid rörbrott.

Konsekvensindex 3

Konsekvensindex 3 tilldelas:

- anordningar med DN20-DN150 i huvudcirkulationssystemets kalla ben, efter andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- anordningar med DN>70 i huvudcirkulationssystemets varma- och mellanben, efter andra ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- anordningar med DN50-DN100 som ansluter till ånggeneratorns sekundärsida till och med första ventil som stänger automatiskt vid rörbrott
- övriga anordningar med DN≥50 i systemdelar som är trycksatta med reaktorvatten
- de systemdelar DN≥50 som ej tilldelats konsekvensindex 1 eller 2 och som krävs för att snabbstoppa reaktorn, kyla reaktorns resteffekt eller för att upprätthålla reaktorinneslutningens täthetsfunktion

Se bild nedan



Schematisk bild över konsekvensindex för rörledningar och tryckbärande anordningar i PWR

8.8 Riktlinjer för bestämning av skadeindex för rörledningar och tryckbärande anordningar

8.8.1 Omfattning vid bedömning av skadeindex

8.8.1.1 Generellt

De aktuella områden på anordningar och anordningsdelar som i första hand skall värderas med avseende på skadeindex är följande:

- svetsförband i reaktortryckkärl och dess interna delar, svetsförband i övriga tryckkärl, rörledningar, cisterner, pumpar och ventiler. Här avses även infästningssvets för stativ, och rörgenomföring i reaktorinneslutningen, etc.
- T-stycken och övriga anordningsdelar vid flödesblandningspunkter eller andra områden där termiska utmattningsskador ej kan uteslutas
- rördelar eller andra anordningsdelar av kalldeformerat austenitiskt rostfritt stål utan efterföljande släckglödning
- områden i tryckkärl, rörledningar, cisterner, pumpar, ventiler eller andra anordningsdelar som kan utsättas för korrosion eller erosion
- termiska foder eller andra material och konstruktionsutformningar, typ spalter som kan ge upphov till spaltkorrosion
- system där vibrationer är av en sådan storlek att de kan förorsaka utmattningsskador
- förekomst av nickelbaslegeringar t.ex. Alloy 600, 690 och deras respektive svetsmaterial samt X-750/718.
- områden som utsätts för hög neutronfluens
- geometriska diskontinuiteter¹⁵ och blandskarvar¹⁶
- kemiska och geometriska förhållanden med avseende på erosion/korrosion
- tidigare inträffad skada eller skador som inträffat i motsvarande mekaniska anordningar i annan anläggning med likartade driftmiljöer och driftförutsättningar.

8.8.1.2 Specifikt för rörledningar och tryckbärande anordningar

Hög neutronfluens beaktas inte vid tilldelning av skadeindex för rörledningar och tryckbärande anordningar.

8.8.2 Skadeindex för Rörledningar och tryckbärande anordningar

8.8.2.1 Rörledningar och tryckbärande anordningar BWR

IGSCC i austenitiskt rostfritt stål och Alloy 600 (Grundmaterial)

Styrande parametrar för spänningskorrosion (IGSCC) är temperatur, belastningar, lokal miljö och materialtillstånd. Med materialtillstånd menas t.ex. kalldeformationsgrad eller sensibiliseringsgrad.

¹⁵ dimensionsförändringar i form av t.ex. fasningar

¹⁶ Avser sammanfogning av material med stor skillnad i längdutvidgningskoefficient d.v.s kolstål mot rostfritt stål utan mellanliggande buttring eller svetsgods av Ni-bas

Materialets kalldeformationsgrad påverkas av tillverkningsförfarandet. Eventuell kalldeformation från svetsningsoperationer eller mekanisk bearbetning efter sista släckglödning behandlas i 0.

Materialets sensibiliseringsgrad påverkas av dess kolhalt och den tillförda värmemängden i samband med svetsning. Dock anses att svetsgods av rostfritt stål (typ 18/8) är resistent mot IGSCC oavsett kolhalt. Försök som utförts pekar mot att IGSCC inte uppträder vid temperaturer lägre än 150 °C under normala driftbetingelser, men konservativt har 100 °C satts som gräns.

Skadeindex för austenitiskt rostfritt stål sätts enligt tabell nedan.

Drifttemperatur	Kolhalt %		
	$C \leq 0,034$	$0,034 < C \leq 0,044$	$C > 0,044$
$< 100^\circ\text{C}$	III	III	III
$100-150^\circ\text{C}$	III	II	II
$>150^\circ\text{C}$	III	II	I

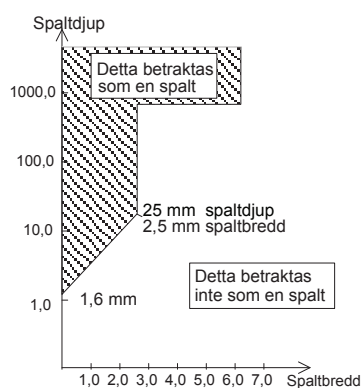
För Alloy 600 med en kolhalt ≥ 0.050 sätts skadeindex II vid temperaturer i området 150-300°C. För Alloy 600 i övrigt sätts skadeindex III.

Reparationer

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av $5t$ (t =tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t.ex. II till I). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets eller HAZ sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

Spalter

För Alloy 600 ökar risken för spänningsskorrosion i spalter. I dessa fall sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I).



IDSICC (IGSCC) i Ni-bassvetsgods

Alloy 182 har av erfarenhet visat sig kunna vara känsligt för spänningskorrosion i BWR-miljö, speciellt efter omfattande svetsreparationer. Alloy 52 och Alloy 82 har hittills visat sig vara mindre känsliga för spänningskorrosion.

I de fall mediaberörd yta av Alloy 52 eller Alloy 82, även efter bearbetning, har en tjocklek som är större än detekteringsmålet för den provningsteknik som kommer att användas, exklusive eventuell uppblandningszon med Alloy 182, kan detta tillgodoräknas vid bestämning av skadeindex. Med nuvarande prestanda för provningstekniken erfordras 4-5 mm Alloy 52/82. I annat fall tas ingen hänsyn till om invändig cladding/-rotsträng är lagd med någon av dessa Ni-bas legeringar vid bestämning av skadeindex.

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av $5t$ (t =tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t.ex. III till II). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

Skadeindex sätts enligt tabell nedan.

Drifttemperatur	Alloy 52 och 82	Alloy 182
<100 °C	III	III
100-150 °C	III	II
>150 °C	III	I

IGSCC i kalldeformerat rostfritt grundmaterial

Risken för IGSCC styrs såväl av deformationsgraden som av miljön. Materialanalysens roll bortses ifrån, även om den inte är försumbar. Så är t ex Mo-legerade stål mindre benägna att bilda deformationsmartensit än motsvarande icke Mo-legerade.

Litteraturen och inträffade skadefall pekar mot att det krävs en kraftig ytdeformation för att IGSCC ska initieras från en slät yta. Ytdeformationen erhålls normalt vid bockning av rör eller plåt, men kan även åstadkommas genom mekanisk bearbetning av ytan, t.ex. om inre dorn används vid rörbockning, stansning av hål stor matning vid skärande bearbetning eller kraftig slipning. Kalldeformation av material kan även erhållas vid ogynnsamma svetsningsbetingelser som svetsning av material med låg sträckgräns under hög inspänningsgrad. Såväl nationella som internationella erfarenheter visar att även material med låg kolhalt kan vara känsligt för sprickbildning under dessa betingelser.

Om komponenten släckglödats efter kalldeformation, svetsning eller induktionsbockning behöver risken för kalldeformation ej beaktas.

I tveksamma fall skall materialkompetens kontaktas.

Vid risk för kalldeformation genom mekanisk bearbetning av ytan, t.ex. kraftig slipning, eller ogynnsamma svetsbetingelser enligt ovan sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde, t.ex.. ändras från III till II.

Vid rörböckning eller plåtböckning definieras deformationsgraden i % = $\frac{100 \times Dy}{2R}$ där:

R = böckningsradien

Dy = rörets ytterdiameter alt plåttjockleken

Skadeindex vid böckning sätts enligt tabell nedan. Om komponenten släckglödats efter böckningen behöver risken för kalldeformation ej beaktas.

Drifttemperatur	Deformationsgrad		
	<3%	3-10%	>10%
	R > 17Dy	5Dy ≤ R ≤ 17Dy	R < 5 Dy
< 100° C	III	III	III
100 – 150° C	III	II	II
> 150° C	III	II	I

IGSCC i gjutet rostfritt stål

Gjutet rostfritt stål anses ha tillfredsställande resistens mot IGSCC om ferrithalten är mellan 3% och 20%.

Bakgrunden till att en viss mängd ferrit önskas är att:

- risken för varmsprickor vid gjutningen minskar
- risken för IGSCC minskar.

Om ferrithalten överstiger 20 % finns risk för bildning av spröd Σ- fas.

Bestämning av ferrithalten kan ske antingen med hjälp av ett Schaefflerdiagram eller direkt uppmätning på objektet. Vid direktmätning finner man att ferrithalten brukar variera avsevärt i en komponent. För bestämning av skadeindex bör man därför beräkna ett medeltal av ett antal mätningar.

Gjutet rostfritt stål är något bättre mot IGSCC än plastiskt format dito, varför temperaturgränsen sätts till 150°C.

Skadeindex skall väljas enligt tabell nedan.

Drifttemperatur	Kolhalt	Ferrithalt %		
		<3%	3-20%	>20%
≤ 150° C	> 0	III	III	III
> 150° C	≤ 0,03%	III	III	III
> 150° C	> 0,03%	II	III	II

Mekanisk utmattning

Med utmattning avses här all typ av utmattning utom termisk utmattning i blandningsställen. Med utnyttjningsfaktor nedan avses den enligt ASME III.

Skadeindex skall väljas enligt tabell nedan.

Utnyttjningsfaktor	Skadeindex
< 0,3	III
0,3 – 0,7	II
> 0,7	I

Anordning eller anordningsdel som utsätts för vibrationer eller förhållanden som erfarenhetsmässigt visat sig kunna leda till uppkomst av vibrationer tilldelas skadeindex I.

Termisk utmattning

Med termisk utmattning avses här fenomenet som uppstår då två flöden av olika temperaturer blandas i en komponent, t ex T-stycke. Om termiska foder t.ex. i form av sk. blandare är monterade för att skydda komponenten betraktas detta som positivt.

Skadeindex skall väljas enligt tabell nedan. Om det går att styrka nyttan av termiska foder får skadeindex höjas ett steg relativt angivet värde från t.ex. I till II.

Blandningstemp. ΔT	Skadeindex
< 50 °C	III
50 – 100 °C	II
> 100 °C	I

Erosionskorrosion (FAC)

De parametrar som påverkar avverkningshastigheten är:

- kondensathalt; Erosionskorrosion förekommer både i enfas vätskesystem (kondensat) och två-fas ånga-kondensatsystem.
- materialval; Ytbehandling t.ex. flamsprutning eller kromhalt >1 % är positivt.
- drifttemperatur; Erosionskorrosion förekommer främst i temperaturområdet 100-200°C.
- PH-värde; Vid låga syrehalter (<15 ppb) krävs det ett PH-värde på 9-9,5 för att bibehålla ett skyddande oxidskikt.
- syrehalt; Om PH-värdet inte kan kontrolleras krävs det minst 15-20 ppb syre för att erhålla ett skyddande oxidskikt.
- flödes hastighet; Vid flödes hastigheter över 3,5 m/s i kolstål ökar risken för erosionskorrosion.
- strömningsförhållanden, turbulens; Risken för erosionskorrosion ökar markant efter geometriska diskontinuiteter t.ex. rörböjar, ventiler, T-stycken, ojämna svetsytor, etc.

Andra viktiga parametrar är:

- drifttid; Erosionskorrosion är proportionell mot drifttiden, vilket innebär att rörledningar i kontinuerlig drift är de mest utsatta.
- korrosionsmarginal; Skillnaden mellan erforderligt s-min och nominell godstjocklek ger en indikation på risken för ett rörbrott på grund av erosionskorrosion. Tillväxtdata för erosionskorrosion kan bestämmas enligt de principer som framgår av avsnitt 10.6.1.2.

Se även SKI rapport 99:29.

Vid tilldelning av skadeindex för olegerat kolstål gäller kriterier enligt tabell nedan. Flamsprutat stål, låglegerat stål (Cr-halt >1%) och rostfritt stål tilldelas skadeindex III.

Skadeindex I	Skadeindex II	Skadeindex III
		Torr ånga
Fuktig ånga Temp. 100-200 °C	Fuktig ånga Temp. 50-100 °C	Fuktig ånga Temp. <50 °C / >200 °C
Vatten med O ₂ -halt <15 ppb Temp. 100-200 °C	Vatten med O ₂ -halt <15 ppb Temp. 50-100 °C	Vatten med O ₂ -halt <15 ppb Temp. <50 °C / >200 °C
	Vatten med O ₂ -halt 15-50 ppb Temp. 100-200 °C	Vatten med O ₂ -halt 15-50 ppb Temp. <100 °C / >200 °C
		Vatten med O ₂ -halt >50 ppb

Spaltkorrosion

Erfarenheten visar att risken för spaltkorrosion generellt sett är liten och någon speciell kontroll krävs ej. Däremot ökar risken för spänningskorrosion hos Alloy 600 i spaltmiljö. För dessa fall sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex III till II). Definition av spalt ges i avsnitt 8.8.2.1.

Blandskarvar

Vid sammanfogning av material med stor skillnad i längdutvidgningskoefficient (kolstål mot rostfritt stål utan mellanliggande buttring eller svetsgods av Ni-bas) kan det uppstå lokalt höga spänningar. Om utförda spänningsberäkningar ej tagit full hänsyn till detta och en trolig skademekanism identifierats tilldelas varje sida av svetsförbandet skadeindex motsvarande ett steg lägre värde jämfört med vad som annars skulle vara fallet, dvs. ändras från II till I respektive III till II.

OBS att vid buttring eller svetsgods av Ni-bas sker ingen ändring av skadeindex, eftersom spänningarna då fördelas på ett gynnsamt sätt i svetsen.

Tidigare inträffade skador

Om analys av tidigare inträffade skador i egen anläggning och aktuell komponent, eller motsvarande komponent i annan anläggning med likvärdiga driftförhållanden, entydigt visar på uppenbara skaderisker, ska aktuellt kontrollområde tilldelas skadeindex I.

8.8.2.2 Rörledningar och tryckbärande anordningar PWR

IGSCC i austenitiskt rostfritt stål, kalldeformerat rostfritt grundmaterial och gjutet rostfritt stål

I PWR-anläggningarna är driftförutsättningarna på grund av vattenkemin och frånvaron av kokning i primärkretsen bättre för de rostfria stålen jämfört med BWR-anläggningar. I PWR-miljön ligger syrehalterna klart under erforderlig syrehalt för IGSCC.

Rostfritt stål, kalldeformerat rostfritt grundmaterial och gjutet rostfritt stål med kolhalt <0.08% kan därför tilldelas skadeindex III i PWR-miljö.

Spänningskorrosion i Ni-bassvetsgoods och Ni-baslegeringar

Alloy 182 har av erfarenhet visat sig kunna vara känsligt för spänningskorrosion i PWR-miljö, speciellt efter omfattande svetsreparationer. Alloy 82 har hittills visat sig vara mindre känsligt för spänningskorrosion.

Vid angivande av skadeindex enligt tabell nedan har risken för kalldeformation av Alloy 600 samt risken för varmsprickor i samband med reparationer i svetsgoods Alloy 182 beaktats.

I de fall mediaberörd yta av Alloy 52 eller Alloy 82, även efter bearbetning, har en tjocklek som är större än detekteringsmålet för den provningsteknik som kommer att användas, exklusive eventuell uppblandningszon med Alloy 182, får detta tillgodoräknas vid bestämning av skadeindex enligt tabell 0. Med nuvarande prestanda för provningstekniken erfordras 4-5 mm Alloy 52/82. I annat fall tas ingen hänsyn till om invändig cladding/-rotsträng är lagd med någon av dessa Ni-bas legeringar vid bestämning av skadeindex.

Om det kan visas att inga omfattande reparationer utförts med risk för varmsprickor, alternativt att ingen kalldeformation och att inga höga belastningar förekommit för Alloy 600 material, kan skadeindex höjas ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex I till II).

Alloy	Drifttemperatur °C		
	<250	250-300	>300
690/52	III	III	III
82	III	III	II
182	III	II	I
600	III	II	I

Om mer än två lokala reparationer utförts i samma svets, eller vid enstaka reparationer på ett inbördes centrumavstånd mindre än det större av $5t$ (t =tjocklek) eller 50 mm sänks skadeindex ett steg relativt tidigare ansatt värde (t ex II till I). Enstaka reparationer på ett större, inbördes centrumavstånd behöver ej beaktas. Vid reparation/utbyte då ny svetsning görs i gammal svets sänks skadeindex ett steg (t ex II till I).

Mekanisk utmattning

Med utmattning avses här all typ av utmattning utom termisk utmattning i blandningsställen. Med utnyttjningsfaktor nedan avses den enligt ASME III.

Skadeindex skall väljas enligt tabell nedan.

Utnyttjningsfaktor	Skadeindex
< 0,3	III
0,3 – 0,7	II
> 0,7	I

Anordning eller anordningsdel som utsätts för vibrationer eller förhållanden som erfarenhetsmässigt visat sig kunna leda till uppkomst av vibrationer tilldelas skadeindex I.

Termisk utmattning

Med termisk utmattning avses här fenomenet som uppstår då två flöden av olika temperaturer blandas i en komponent, t ex T-stycke. Om termiska foder t.ex. i form av s.k. blandare är monterade för att skydda komponenten betraktas detta som positivt.

Skadeindex skall väljas enligt tabell 0. Om det går att styrka nyttan av termiska foder får skadeindex höjas ett steg relativt angivet värde från t.ex. I till II.

Blandningstemp. ΔT	Skadeindex
< 50 °C	III
50 – 100 °C	II
> 100 °C	I

Erosionskorrosion (FAC)

De parametrar som påverkar avverkningshastigheten är:

- kondensathalt; Erosionskorrosion förekommer både i enfas vätskesystem (kondensat) och två-fas ånga-kondensatsystem.
- materialval; Ytbehandling t.ex. flamsprutning eller kromhalt >1 % är positivt.
- drifttemperatur; Erosionskorrosion förekommer främst i temperaturområdet 100-200°C.
- PH-värde; Vid låga syrehalter (<15 ppb) krävs det ett PH-värde på 9-9,5 för att bibehålla ett skyddande oxidskikt.
- syrehalt; Om PH-värdet inte kan kontrolleras krävs det minst 15-20 ppb syre för att erhålla ett skyddande oxidskikt.
- flödes hastighet; Vid flödes hastigheter över 3,5 m/s i kolstål ökar risken för erosionskorrosion.
- strömningsförhållanden, turbulens; Risken för erosionskorrosion ökar markant efter geometriska diskontinuiteter t.ex. rörböjar, ventiler, T-stycken, ojämna svetsytor, etc.

Andra viktiga parametrar är:

- drifttid; Erosionskorrosion är proportionell mot drifttiden, vilket innebär att rörledningar i kontinuerlig drift är de mest utsatta.
- korrosionsmarginal; Skillnaden mellan erforderligt s-min och nominell godstjocklek ger en indikation på risken för ett rörbrott på grund av erosionskorrosion. Tillväxtdata för erosionskorrosion kan bestämmas enligt de principer som framgår av avsnitt 10.6.1.2.

Se även SKI rapport 99:29.

Vid tilldelning av skadeindex för olegerat kolstål gäller kriterier enligt tabell 0. Driftförhållanden då pH överstiger 9 i mediet, flamsprutat stål, låglegerat stål (Cr-halt > 1%) eller rostfritt stål tilldelas skadeindex III.

Skadeindex I	Skadeindex II	Skadeindex III
		Torr ånga
Fuktig ånga Temp. 100-200 °C	Fuktig ånga Temp. 50-100 °C	Fuktig ånga Temp. <50 °C / >200 °C
Vatten med O ₂ -halt <15 ppb Temp. 100-200 °C	Vatten med O ₂ -halt <15 ppb Temp. 50-100 °C	Vatten med O ₂ -halt <15 ppb Temp. <50 °C / >200 °C
	Vatten med O ₂ -halt 15-50 ppb Temp. 100-200 °C	Vatten med O ₂ -halt 15-50 ppb Temp. <100 °C / >200 °C
		Vatten med O ₂ -halt >50 ppb

Spaltkorrosion

I PWR-primärkrets anses inte spaltkorrosion utgöra något problem på grund av låg syrehalt, höga flödes hastigheter och frånvaron av kokning.

Blandskarvar

Vid sammanfogning av material med stor skillnad i längdutvidgningskoefficient (kolstål mot rostfritt stål utan mellanliggande buttring eller svetsgods av Ni-bas) kan det uppstå lokalt höga spänningar. Om utförda spänningsberäkningar ej tagit full hänsyn till detta och en trolig skademekanism identifierats tilldelas varje sida av svetsen skadeindex motsvarande ett steg lägre värde jämfört med vad som annars skulle vara fallet, dvs. ändras från II till I respektive III till II.

OBS att vid buttring eller svetsgods av Ni-bas sker ingen ändring av skadeindex, eftersom spänningarna då fördelas på ett gynnsamt sätt i svetsförbandet.

Tidigare inträffade skador

Om analys av tidigare inträffade skador i egen anläggning och aktuell komponent, eller motsvarande komponent i annan anläggning med likvärdiga driftförhållanden, entydigt visar uppenbara skaderisker, ska aktuellt kontrollområde tilldelas skadeindex I.

9 KONTROLLOMFATTNING

9.1 Bakgrund

Enligt SSMFS 2008:13, 3 kap 2 § gäller att: ”Principerna, metoderna och tillvägagångssättet för indelning i kontrollgrupper enligt 1 § samt för bestämning av kontrollomfattning och kontrollintervall enligt 4-5, 7-8 §§ skall vara säkerhetsgranskade i enlighet med 4 kap. 3 § i SSMFS 208:1”.

9.2 Syfte

Syftet med detta avsnitt är att beskriva de principer, metoder och tillvägagångssätt som skall följas vid bestämning av kontrollomfattning för mekaniska anordningar vid de svenska kärnkraftverken.

9.3 Avgränsningar

Kontrollomfattning för ånggeneratortuber i tryckvattenreaktoranläggningar omfattas ej av detta dokument.

Kraven enligt SSMFS 2008:13 3 kap. 3 §, tredje stycket, avseende personsäkerhet behandlas i avsnitt 3.3.3.1.

9.4 Förutsättningar

I SSMFS 2008:13, 3 kap 4, 5, 7 och 8 §§, ställs krav med avseende på kontrollomfattning av mekaniska anordningar, paragraferna lyder:

4 § *Stumsvets- och huvudflänsförband i reaktortryckkärl samt svetsförband i dess stutsar skall genomgå återkommande kontroll med intervall som inte får överstiga tio år.*

5 § *Övriga tryckbärande, kraftbärande och interna delar i ett reaktortryckkärl än de som avses i 4 § samt andra mekaniska anordningar i en anläggning som hänförs till kontrollgrupperna A och B, skall genomgå återkommande kontroll i den omfattning och med de intervall som är nödvändiga med hänsyn till de bedömda relativa riskerna enligt 1 §. Intervallen mellan de återkommande kontrollerna får inte överstiga tio år.*

7 § *Funktionen hos mekanisk tryckavsäkringsutrustning som hänförs till kontrollgrupp A skall kontrolleras varje år. Mekanisk tryckavsäkringsutrustning som hänförs till kontrollgrupp B skall kontrolleras vartannat år. Kontrollerna får senareläggas högst sex månader.*

Funktionen hos avsäkringsutrustning av annat slag än den som anges i första stycket och som hänförs till kontrollgrupperna A och B skall kontrolleras i den omfattning och med de intervall som behövs för att säkerställa att utrustningen fungerar som avsett.

8 § *Funktionen hos rörelsedämpare som hänförs till kontrollgrupperna A och B skall kontrolleras i den omfattning och med de intervall som behövs för att säkerställa att dämparna fungerar som avsett. Intervallen mellan funktionskontrollerna får dock inte överstiga tio år.*

Principen, metoden och tillvägagångssättet för bestämning av kontrollomfattning för anordningar som hänförs till 4 och 5 §§ ovan behandlas i avsnitt 6 och 7.

Principen, metoden och tillvägagångssättet för bestämning av kontrollomfattning för anordningar som hänförs till 7 och 8 §§ ovan behandlas i avsnitt 14, 15 respektive 16.

9.5 Principen för bestämning av kontrollomfattning

Med kontrollomfattning avses två aspekter, nämligen:

1. Hur många anordningar/anordningsdelar som behöver kontrolleras för att med stor sannolikhet upptäcka eventuell förekomst av generiska skador, i fortsättningen benämnt *kontrollurval*.
2. Hur stor del av varje anordning eller anordningsdel som behöver genomgå återkommande kontroll, i fortsättningen benämnt *kontrollomfattning*.

9.5.1 Kontrollurval

Merparten av de anordningar och anordningsdelar som hänförs till kontrollgrupp A skall genomgå återkommande kontroll. För anordningar och anordningsdelar som hänförs till kontrollgrupp B är en väl avvägd stickprovsmässig kontroll tillräcklig.

9.5.2 Kontrollomfattning

Hur stor del av varje anordning eller anordningsdel som behöver genomgå kontroll skall så långt möjligt och rimligt vara anpassat till de skadetyper som kan uppträda med hänsyn till bakomliggande mekanismer. Eftersom syftet med de återkommande kontrollerna är att i tid upptäcka både skador som kan förväntas förekomma och mer oväntade skador bör dock kontrollomfattningen vara väl tilltagen.

9.6 Metodik vid bestämning av kontrollomfattning för anordningar som hänförs till SSMFS 2008:13 3 kap 4-5 §

9.6.1 Kontrollurval

9.6.1.1 Föreskrivna områden (F)

Följande föreskrivna områden (F) skall genomgå återkommande kontroll:

- rak- och rundsvetsar i reaktortryckkärlet
- smidda stutsars infästningssvetsar i reaktortryckkärlet
- svets mellan stuts och safe-end
- svets mellan stuts och fläns
- huvudflänsförband.

Föreskrivna områden (F) som ej bedöms möjliga att kontrollera skall dokumenteras tillsammans med beslut om åtgärd. Orsaken till den uteblivna kontrollen skall granskas och godkännas enligt gällande rutiner vid respektive kraftverk. Godkänt underlag över utebliven kontroll skall delges ackrediterat kontrollorgan, AK, för acceptans, alternativt SSM för medgivande av undantag.

9.6.1.2 Kontrollgrupp A

I kontrollgrupp A skall merparten av områdena genomgå återkommande kontroll. Därvid är det två begränsande faktorer som måste beaktas, nämligen:

- åtkomlighet för meningsfull kontroll
- höga stråldoser eller annan besvärlig miljö för provnings- och servicepersonal.

Det är viktigt att skapa bra förutsättningar så att kontrollens kvalitet kan upprätthållas. Områden i kontrollgrupp A som ej bedöms möjliga att kontrollera skall dokumenteras tillsammans med beslut om åtgärd. Orsaken till den uteblivna kontrollen skall granskas och godkännas enligt gällande rutiner vid respektive kraftverk. Godkänt underlag över utebliven kontroll skall delges AK för acceptans.

Dock är det tillräckligt att för identiska anordningsdelar i kontrollgrupp A, såsom skruvar, muttrar, stag och styrningar, med samma belastningsförhållande, tillverkningsätt och material, göra en stickprovskontroll baserad på statistiska urvalsmetoder, i likhet med den för kontrollgrupp B.

9.6.1.3 **Kontrollgrupp B**

De aspekter som måste beaktas vid en stickprovskontroll i kontrollgrupp B är:

- I. de fall där det finns en känd och aktiv skademekanism t.ex. IGSCC (dvs. skadeindex I)
- II. de fall där det finns en identifierad men ej aktiv skademekanism t.ex. IGSCC (skadeindex II eller III beroende på aktuella parametrar)
- III. de fall där det inte finns någon känd skademekanism, utan provningen motiveras av djupförsvarsskäl (dvs. skadeindex III)
- IV. provning av anläggningsdelar med många identiska anordningar (t.ex. skruvar, muttrar, stag) där förutsättningar finns för att generiska skador sammantaget kan leda till allvarliga konsekvenser

Huvudregel vid kontrollurval i kontrollgrupp B

Skadeindex	Konsekvensindex		
	1	2	3
I			ca 20%
II		≥10%	
III	≥10%		

Huvudregel vid kontrollurval i kontrollgrupp B

Motivering:

- Provning ≥10% i konsekvensindex 1 och 2 sker med hänsyn till aspekterna i punkt III och punkt II ovan
- Provning ca 20% i konsekvensindex 3 sker med hänsyn till aspekterna i punkt I ovan. Till detta läggs förutsättningen att merparten av dessa anordningar skall ha provats inom 5 intervall.

Exempel: För kontrollområden som tilldelas treårsintervall, kommer merparten av områdena att provas inom 15 år. På motsvarande sätt kommer merparten av de områden som tilldelats ettårsintervall (och inte uppfyller kraven för treårsintervall enligt avsnitt 10.4.3.1) att provas inom 5 år.

Anordningarna delas upp i grupper baserat på:

- Reaktortryckkärl, reaktortryckkärls interna delar, rör och komponenter
- konsekvens- och skadeindex samt
- intervall

Kontrollurval vid många identiska anordningar i kontrollgrupp B

Provning med avseende på aspekterna i punkt IV ovan sker för att med 90% säkerhet finna den första defekten, baserat på skadeförekomst och befintlig statistik. I Bilaga 1 ges ett exempel på hur kontrollurvalet kan fastställas i dessa fall.

Med identisk anordning menas anordningar med samma:

- utformning
- material
- dimensioner
- skademekanism
- provningsintervall
- driftbetingelser dvs. drifttemperatur, drifttryck och miljö

Metodik för kontrollurval

I de fall urvalet är ca 20% skall merparten av berörda anordningar inom varje provningsgrupp fördelas över 5 intervall.

När urvalet är $\geq 10\%$ skall detta ske som slumpmässiga stickprov ur hela provningsgruppen. Detta kan göras antingen vid varje kontrolltillfälle eller fördelas i förväg över kontrollintervallets längd.

I följande fall föreligger det skäl för att ersätta ett uttaget objekt med ett annat:

- det är svårt att komma åt objektet, t.ex. omfattande avisolering, demonteringsarbeten eller omfattande ställningsbyggen för enstaka svetsar i en given rörledning
- orimligt stora kostnader i förhållande till säkerhetsnyttan för att kvalificera och prova enstaka objekt
- olämplig arbetsmiljö, t.ex. hög strålningsnivå, asbest eller svårigheter att undsätta personal som skadat sig
- stora provningsbegränsningar i uttaget objekt

9.6.2 Kontrollomfattning

Hur stor del av varje anordning eller anordningsdel som behöver genomgå kontroll bör så långt möjligt och rimligt vara anpassat till de skadetyper som kan uppträda med hänsyn till bakomliggande mekanismer. Med detta avses i första hand sådana skador som kan uppträda efter det att anordningarna har tagits i drift, så kallade driftinducerade defekter. I vissa svetsförband kan dock tillverkningsdefekter som inte är obetydliga relativt acceptabla defektstorlekar finnas kvarlämnade, vilket måste beaktas vid bestämning av provningsvolymen.

I samband med kvalificering av provningssystem för föreskrivna områden och för anordningar i kontrollgrupp A och B utarbetas en defekt- och skadeanalys.

En defekt- och skadeanalys är en systematisk analys bestående av en defektbeskrivning¹⁷ som sedan sätts i relation till komponentens tålighet mot identifierade defekter. Analysen görs utgående ifrån komponentens konstruktiva utformning, tillverkning, installation, tidigare utförda kontroller, drifhistorik och förväntade framtida driftförhållanden.

Utifrån defekt- och skadeanalysen bestäms provningsvolymen.

Eftersom syftet med de återkommande kontrollerna är att i tid upptäcka både skador som kan förväntas förekomma och mer oväntade skador bör dock provningsvolymen vara väl tilltagen.

9.7 Metodik vid bestämning av kontrollomfattning för anordningar som hänförs till SSMFS 2008:13 3 kap 7 §

9.7.1 Mekanisk tryckavsäkringsutrustning

Till mekanisk tryckavsäkringsutrustning räknas säkerhetsventiler, sprängbleck och annan mekanisk utrustning med tryckavsäkringsfunktion.

Samtliga säkerhetsventiler i kontrollgrupp A och B skall genomgå återkommande funktionskontroll.

Samtliga sprängbleck med eventuella hållare och knivar i kontrollgrupp A och B skall kontrolleras med avseende på korrosionsangrepp och mekaniska skador.

Återkommande funktionskontroll av mekaniska säkerhetsventiler skall baseras på beprövade standarder, exempelvis ASME eller ISO 4126. Kontrollen omfattar normalt kontroll av att öppningstrycken ej överstiger anordningarnas högsta tillåtna tryck och kontroll att ventilerna efter stängning förblir täta vid drifttrycken. Dessutom ingår kontroll av att bälgar är täta samt att ventilerna är märkta med korrekt öppningstryck.

Efter genomförd funktionskontroll med godtagbart resultat skall ventilerna plomberas med plomb för aktuellt år, så att gjorda inställningar inte obehörigt kan ändras. Ventilerna skall vara identifierbara så att spårbarhet upprätthålls.

9.7.2 Övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning

Övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning i kontrollgrupp A och B skall genomgå återkommande funktionskontroll i den omfattning som är nödvändig för att säkerhetsställa att denna utrustning fungerar på avsett sätt om de behöver tas i bruk.

Med övrig tryck- eller temperaturavsäkringsutrustning avses utrustning som ersätter mekaniska säkerhetsventiler och sprängbleck, eller är ett komplement till dessa. Med komplement avses här den eller de icke mekaniska komponenter en mekanisk säkerhetsutrustning, t ex en tillsatsbelastad säkerhetsventil, kräver för att fungera. För att förtydliga innebörden av definitionen gäller att:

¹⁷ En systematisk analys av förekommande skademekanismer och vilka defekter och defektvariationer dessa mekanismer kan ge upphov till samt hur defekterna kan tillväxa i den/de komponent(er) som den aktuella kvalificeringen ska gälla för. I defektbeskrivningen ingår alla defekttypen, som rimligt kan förekomma i komponenten, även sådana som inte kommer att ingå i den planerade provningen (t.ex. vissa tillverkningsdefekter). Vilka defekttypen som ska ingå i provningen och därmed också i kvalificeringen, ska anges och dessa ska beskrivas så noggrant som möjligt med avseende på orientering och egenskaper, t.ex. typ (spricka/ volymetrisk), morfologi (slät/grov sprickyta), lutning, vridning, m.m.

- övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning är en icke mekanisk utrustning, som uteslutande krävs för att säkerställa tryckkärlsintegriteten i en tryck- och temperaturbärande anordning
- om anordning har en mekanisk avsäkring parallellt med en icke mekanisk sådan, definieras denna ej som övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning.

Kontrollomfattning för återkommande funktionskontroll av övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning kan baseras på endera:

- driftprov för att verifiera att alla delar av utrustningen fungerar fullt ut vid aktuella driftfall
- simulering och provning av de enskilda komponenterna efter ett systematiskt analysprogram baserat på de fel och avvikelser som avses i Tryckkärlsstandardiseringens anvisningar för icke-mekanisk säkerhetsutrustning AIS 1991 och som kan uppstå under drift.

9.8 **Metodik vid bestämning av kontrollomfattning för anordningar som hänförs till SSMFS 2008:13 3 kap 8 §**

Alla rörelsedämpare i kontrollgrupp A samt ett lämpligt urval av dämpare i kontrollgrupp B skall genomgå återkommande funktionsprovning. För dämpare i kontrollgrupp B skall dock minst 10% genomgå funktionsprovning, såvida inte drifterfarenheterna visar på ett större behov.

Rörelsedämpare i kontrollgrupp A som ej bedöms möjliga att kontrollera skall dokumenteras tillsammans med beslut om åtgärd. Orsaken till den uteblivna kontrollen skall granskas och godkännas enligt gällande rutiner vid respektive kraftverk. Godkänt underlag över utebliven kontroll skall delges ackrediterat kontrollorgan för acceptans.

Återkommande funktionsprovning skall omfatta:

- att aktivering sker inom gällande gränsvärden för hastighet och acceleration i drag och kompressionsriktningen.
- att avluftningshastighet eller frikopplingsgränser ligger inom gällande gränsvärden i drag- och kompressionsriktningen (gäller endast hydrauliska rörelsedämpare).
- att den kraft som ger kolven fri rörelse i drag- och kompressionsriktningen ej överstiger gränsvärden för friktionskrafter i drag- och tryckriktning.

9.9 **Kontrollurval vid många identiska anordningar i kontrollgrupp B**

Nedan anges ett exempel på hur kontrollomfattningen kan bestämmas vid många identiska anordningar i kontrollgrupp B, (t.ex. skruvar, muttrar, stag) och där det finns förutsättningar för uppkomst av generiska skador som sammantagna kan leda till allvarliga konsekvenser.

Det går att med statistiska metoder visa hur många objekt som måste kontrolleras för att med hög sannolikhet (>90%) kunna uttala sig om att även icke provade områden är defektfria. För detta ändamål krävs det ett antagande om skadefrekvensen. Den verkliga skadefrekvensen är i praktiken väldigt låg, i storleksordningen 1%, vilket snabbt ger ett kontrollurval som närmar sig omfattningen för kontrollgrupp A, dvs. merparten av kontrollområdena.

Eftersom stickprovets storlek skall bestämmas med utgångspunkt från eventuell förekomst av generiska skador kan dock elementarsannolikheten för defekt förekomst i dessa fall antagas vara större än det erfarenhetsmässiga utfallet.

Det intressanta är hur många objekt som måste provas för att med hög sannolikhet hitta den första defekten i en population. Om man väl har funnit denna första defekt inträffar ett nytt läge med utökad kontroll.

Om pn betecknar sannolikheten att man hittar någon defekt bland de n första provobjekten kan detekteringskriteriet formuleras:

$$pn > \beta$$

då gäller

$$pn = 1 - (1 - p)^n$$

då blir den nödvändiga provningsmängden

$$n > \log(1 - \beta) / \log(1 - p)$$

där:

p	defektsannolikhet
β	sannolikhet att finna den första defekten
n	antal provobjekt

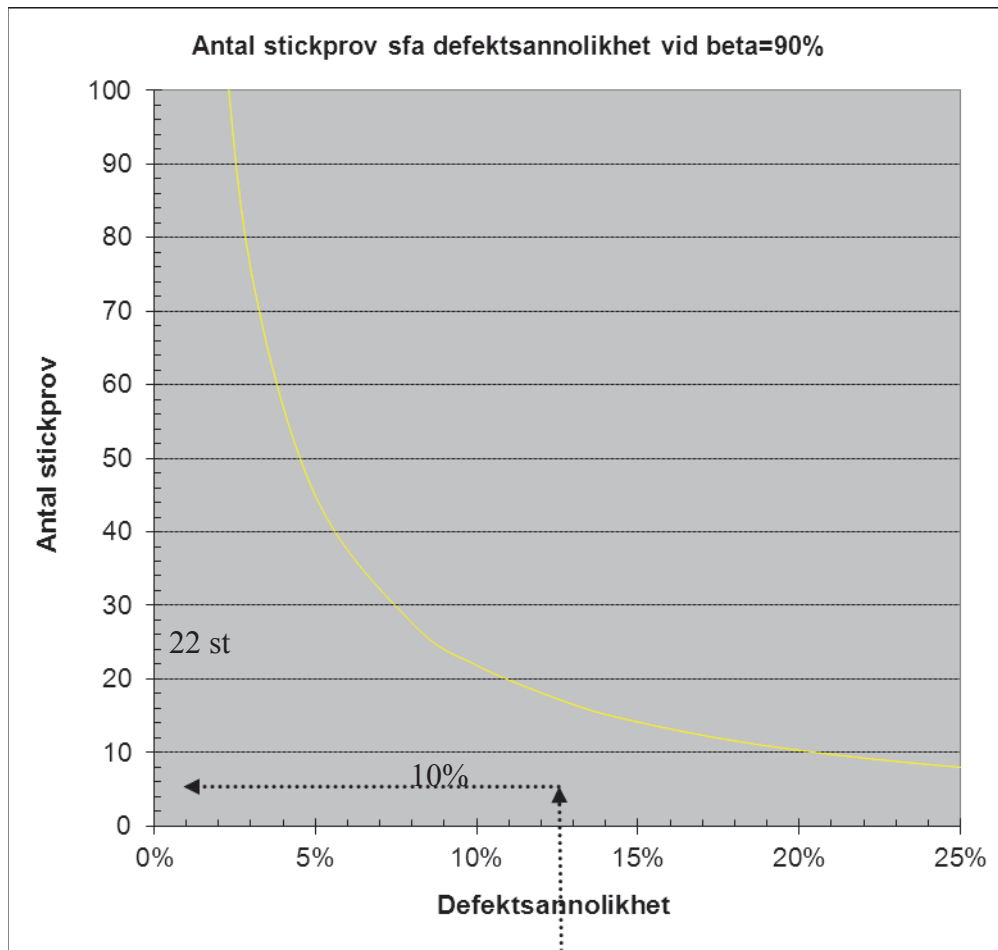
Anm. Provningen antages vara ideal, d v s om defekt förekommer och objektet provas är sannolikheten = 1 för detektering.

Vi har nu två variabler p och β som måste kvantifieras.

Som redan nämnts kan för detta ändamål defektsannolikheten p antagas vara större än den totala skadefrekvensen eftersom generiska skador egentligen bör drabba samtliga objekt med likartade förutsättningar. Detta är dock inte konservativt, varför defektsannolikheten p i varje enskilt fall måste baseras på ett antagande om skadeförekomst och tillgång till befintlig statistik.

Enligt ovan skall generiska skador kunna upptäckas med hög sannolikhet β . Ett rimligt värde är $\beta=90\%$.

Därmed kan antalet stickprov anges till $n > \log(1 - 0,9) / \log(1 - p)$ enligt figuren och tabellen nedan.



Antal stickprov som funktion av defektsannolikhet vid $\beta=90\%$

Defektsannolikhet [p]	$\beta=90\%$
2%	114 st
3%	76 st
5%	45 st
8%	28 st
10%	22 st
13%	17 st
15%	14 st
18%	12 st
20%	11 st
23%	9 st
25%	8 st

Antal stickprov som funktion av defektsannolikhet vid $\beta=90\%$

Figuren och tabellen ovan skall tolkas enligt följande: Om antalet identiska anordningar är mindre än eller lika med det antal som avläses vid antagen defektsannolikhet så måste merparten av anordningarna kontrolleras. I annat fall kan kontrollerna begränsas till det antal som avläses vid antagen defektsannolikhet, dock minst 10% av antalet identiska anordningar.

10 KONTROLLINTERVALL

10.1 Bakgrund

Enligt SSMFS 2008:13, 3 kap 2§ gäller att: ”Principerna, metoderna och tillvägagångssättet för indelning i kontrollgrupper enligt 1 § samt för bestämning av kontrollomfattning och kontrollintervall enligt 4-5, 7-8 §§ skall vara säkerhetsgranskade i enlighet med 4 kap. 3 § i SSMFS 2008:1”.

10.2 Syfte

Syftet med detta avsnitt är att beskriva de principer, metoder och tillvägagångssätt som skall följas vid tilldelning av kontrollintervall för återkommande kontroll av mekaniska anordningar enligt SSMFS 2008:13 vid de svenska kärnkraftverken.

10.3 Förutsättningar för bestämning av kontrollintervall

I SSMFS 2008:13, kapitel 3 föreskrivs att:

- ”4 § Stumsvets- och huvudflänsförband i reaktortryckkärl samt svetsförband i dess stutsar skall genomgå kontroll med intervall som inte får överstiga tio år.
- 5 § Övriga tryckbärande, kraftbärande och interna delar i ett reaktortryckkärl än de som avses i 4 § samt andra mekaniska anordningar i en anläggning som hänförs till kontrollgrupperna A och B, skall genomgå återkommande kontroll i den omfattning och med de intervall som är nödvändiga med hänsyn till de bedömda relativa riskerna enligt 1 §. Intervallen mellan de återkommande kontrollerna får inte överstiga tio år.
- 7 § Funktionen hos mekanisk tryckavsäkringsutrustning som hänförs till kontrollgrupp A skall kontrolleras varje år. Mekanisk tryckavsäkringsutrustning som hänförs till kontrollgrupp B skall kontrolleras vartannat år. Kontrollerna får senareläggas högst sex månader.
- Funktionen hos avsäkringsutrustning av annat slag än den som anges i första stycket och som hänförs till kontrollgrupperna A och B skall kontrolleras i den omfattning och med de intervall som behövs för att säkerställa att utrustningen fungerar som avsett.
- 8 § Funktionen hos rörelsedämpare som hänförs till kontrollgrupperna A och B skall kontrolleras i den omfattning och med de intervall som behövs för att säkerställa att dämparna fungerar som avsett. Intervallen mellan funktionskontrollerna får dock inte överstiga tio år.”

Vidare anges i de allmänna råden till SSMFS 2008:13 att:

”För att få säkerhetsmässigt väl anpassade kontrollprogram bör intervallen mellan de återkommande kontrollerna utgå från

- de olika anordningarnas skadebenägenhet,
- möjlig skadeutveckling och skadetålighet samt skadekonsekvenser, och
- hur effektivt kontrollerna kan genomföras med oförstörande provningssystem som kvalificerats enligt bestämmelserna i 3 kap. 10 §.”

10.4 Principer för bestämning av kontrollintervall

10.4.1 Intervall föreskrivna områden (F) enligt SSMFS 2008:13

De av SKI föreskrivna provningsområdena, (F), är följande:

- raksvetsar och rundsvetsar i reaktortryckkärlet,
- de smidda stutsarnas infästningssvetsar i reaktortryckkärlet,
- anslutningssvets mot eventuell safe-end ,
- anslutningssvets mellan stuts och fläns,
- huvudflänsförband.

Dessa områden (F) skall genomgå återkommande kontroll med ett intervall som inte får överstiga tio år.

Allmänna råd vid bestämning av kontrollintervall för de av SSM föreskrivna provningsområdena (F) framgår i avsnitt 10.6.

10.4.2 Intervall Kontrollgrupp A och B

10.4.2.1 *Mekanisk utrustning exkl. avsäkringar och rörelsedämpare*

Allmänna råd vid bestämning av kontrollintervall för svetsar i rörsystem (kontrollgrupperna A och B) framgår i avsnitt 10.6.

Spänningskorrosionskänsliga stutsar och rördelar \geq DN50 i kontrollgrupperna A och B kan utan krav på skadetålighetsanalyser tilldelas ett intervall av max tre år med avseende på postulerade defekter förutsatt:

- att de oförstörande provningssystemen som skall användas vid kontrollerna har en demonstrerat rimligt god detekteringsförmåga d.v.s. sprickor med djup motsvarande 10-20% av godstjockleken detekteras
- att det inte finns särskilda omständigheter som ger anledning till att befara snabb initiering eller tillväxt av sprickor, t.ex. i områden som är kraftigt sensibiliserade eller kalldeformerade.

För reaktortryckkärlens interna delar beräknas acceptabel defektstorlek och spricktillväxt med brottmekaniska metoder enligt de principer som anges i. Rapporten ingick som en delrapport i det kraftverksgemensamma projektet ”Urvalskriterier för återkommande kontroll av interna delar i reaktortryckkärl” (Forsmarks rapport FKA-2000-57, godkänd 2000-04-06). Se även SKI gransknings-PM dnr 5.62-970479, daterat 1999-10-20.

10.5 Metodik vid bestämning av kontrollintervall

10.5.1 Beräkning av kontrollintervall med hjälp av skadetålighetsanalyser

10.5.1.1 Metodik

För föreskrivna områden (F) och områden i kontrollgrupperna A och B upprättas en defekt- och skadeanalys med tillhörande skadetålighetsanalyser. Med beaktande av det kvalificerade OFP-systemets prestanda samt resultatet från nämnda analyser, kan sedan kontrollintervallet bestämmas för respektive kontrollområde.

10.5.1.2 Tillväxtdata

För vanligt förekommande material och miljöer i kärnkraftanläggningar har lämpliga tillväxtlagar för spänningskorrosionstillväxt resp. för utmattningstillväxt tagits fram. Dessa finns redovisade i Materialdataboken.

Tillväxtdata skall vara accepterade av ackrediterat kontrollorgan, AK, innan de får användas för beräkning av kontrollintervall.

10.5.1.3 Konstruktionsförutsättningar

En viktig faktor vid bestämning av kontrollintervall är de konstruktionsförutsättningar och belastningsunderlag som ligger till grund för de spänningsanalyser som föregår en skadetålighetsanalys.

Acceptabel defekt beror på A/B-laster, eller C/D-laster om dessa är styrande. Det senare gäller i synnerhet för reaktortryckkärlens interna delar. Tillväxten (intervallet) är kopplad till normala driftlaster inklusive sekundära spänningar och aktuell vattenkemi.

10.5.2 Tilldelning av intervall i föreskrivna områden (F) samt kontrollgrupp A och B

10.5.2.1 Kontrollintervall som baseras på skadetålighetsanalyser

Vid tilldelning av kontrollintervall som baseras på skadetålighetsanalyser och postulerade defekter skall följande beaktas:

- Avrundning av beräknade intervall till ”verkliga” intervall sker enligt följande:
 - decimal $< 0,7$ = avrundas till närmast lägre heltal (min 1 år)
 - decimal $\geq 0,7$ = avrundas till närmast högre heltal
- Fastställt kontrollintervall får ej överstiga 10 år.

10.5.2.2 Avsäkringsutrustning

Funktionen hos mekanisk tryckavsäkringsutrustning (t.ex. säkerhetsventiler) i kontrollgrupp A skall kontrolleras varje år. Mekanisk tryckavsäkringsutrustning i kontrollgrupp B kontrolleras vartannat år. Kontrollerna får senareläggas högst sex månader.

Avsäkringsutrustning av annat slag i kontrollgrupperna A och B skall kontrolleras med de intervall som krävs för att säkerställa att utrustningen fungerar som avsett.

Intervallen får dock inte vara längre än de intervall som åsatts driftprovet enligt AV-föreskrifterna för anordningen ifråga. I de fall det råder tveksamhet skall funktionskontrollen ske med ett års intervall.

10.5.2.3 Rörelsedämpare

För att få säkerhetsmässigt väl optimerade kontrollintervall, är det nödvändigt att basera dessa intervall på dels systematiska analyser av de fel och avvikelser som kan uppkomma, dels på resultat från tidigare kontroller av liknande rörelsedämpare.

Nyinstallerade rörelsedämpare i kontrollgrupperna A och B bör genomgå en första återkommande kontroll tre år efter det att de har tagits i drift.

Intervallen mellan funktionskontrollerna får i kontrollgrupperna A och B ej överstiga tio år.

10.6 Allmänna råd vid bestämning av kontrollintervall för återkommande kontroll av mekaniska anordningar enligt SSMFS 2008:13

Bakgrund

Nedan anges allmänna råd vid bestämning av kontrollintervall för av SKI föreskrivna områden (F) samt områden i kontrollgrupperna A och B. Råden grundar sig på den brottmekaniska handboken ”*A Procedure for Safety Assessment of Components with Cracks - Handbook*”, SKI Rapport 99:49 och ASME XI.

10.6.1 Metodik vid bestämning av kontrollintervall

10.6.1.1 Spänningskorrosion och utmattning

Acceptabel defektstorlek

Acceptabel defektstorlek beräknas med avseende på dimensionerande last och brottmekaniska metoder enligt de principer som anges i den brottmekaniska handboken ”*A Procedure for Safety Assessment of Components with Cracks - Handbook*”, SKI Rapport 99:49, ASME XI och IWB-3600. Säkerhetsfaktorer med avseende på sprickstorlek enligt IWB-3611 är dock inte generellt godkända av SSM varför användandet av dessa kriterier kräver särskilt tillstånd från SSM.

Defektgeometri

Vid beräkningen kan följande defektgeometrier användas som indata:

Material som har en potentiell risk för spänningskorrosion:

Rörledning:

- Rostfria material:
 - Längsfel initialt sprickdjup a bestäms av detekteringsmålet, initial spricklängd $L = 15\%$ av invändig omkrets.
 - Tvärfel: antas vanligen ej förekomma

- Ni-bas legeringar (grundmaterial och svetsgods)
 - Längsfel: initialt sprickdjup a bestäms av detekteringsmålet, initial spricklängd $L = 15\%$ av invändig omkrets.
 - Tvärfel: initialt sprickdjup a bestäms av detekteringsmålet, initial spricklängd L bestäms ur $L = 2a$.

För övriga anordningar och svetsförband motiveras i varje enskilt fall de initiala spricklängder som skall ansättas i analyserna.

Material som ej har en potentiell risk för spänningskorrosion (utmattning):

- Längsfel: initialt sprickdjup a bestäms av detekteringsmålet, initial spricklängd L bestäms ur $L = 6a$
(om inte speciella skäl talar för en större längd, t.ex. termisk utmattning som drivs av höga ytspänningar).
- Tvärfel: antas vanligen ej förekomma

Tillväxtdata

För vanligt förekommande material och miljöer i kärnkraftanläggningar har den Kraftverksgemensamma Materialgruppen tagit fram lämpliga tillväxtlagar för spänningskorrosionstillväxt resp. för utmattningstillväxt. Dessa redovisas i Rapport T-SEK 41/99 (Materialdatabok MD-01, revision 3, Spänningskorrosionstillväxt i BWR-miljö) respektive Rapport GEK 87/95 (Materialhandbok – etapp 2 (MD-02), utmattningstillväxt i reaktormiljö).

Tillväxtdata skall vara accepterade av AK innan de får användas för beräkning av kontrollintervall.

Om HWC tillgodoräknas baseras intervallet på medelvärdet av HWC-drift sedan föregående provning enligt följande definition för HWC:

- Konduktivitet $< 0,2 \mu\text{S/cm}$
- Potential $< -230 \text{ mV}$
- Sulfater $< 5 \text{ ppb}$
- Klorider $< 5 \text{ ppb}$

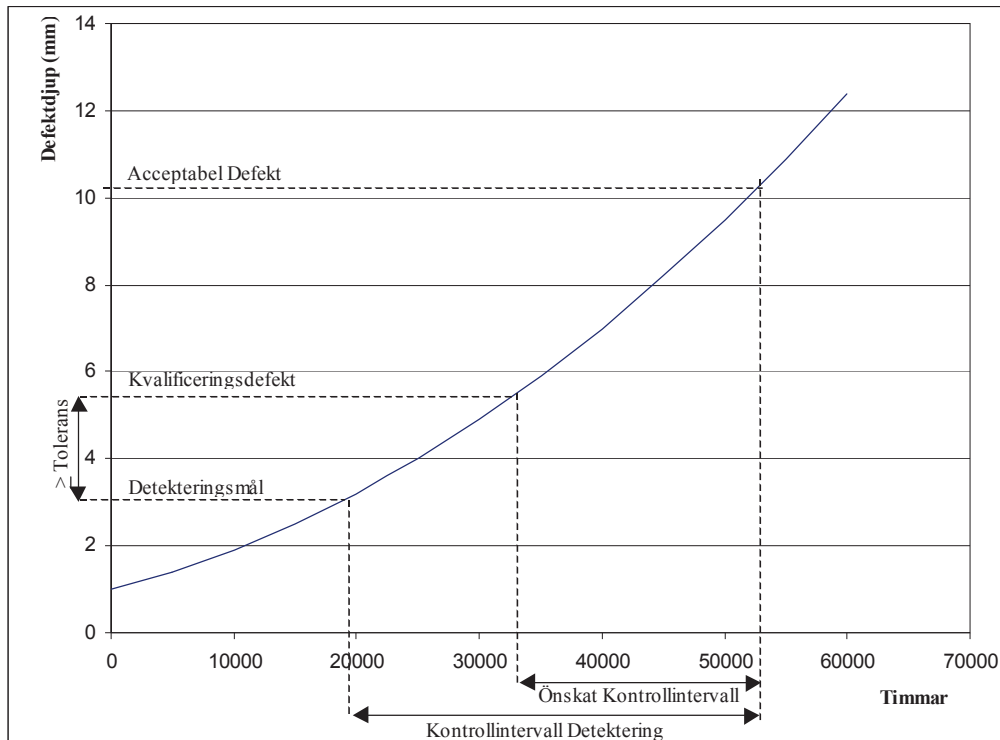
I de fall högcykelutmattning kan förekomma anses tillväxten försumbar om spänningsintensitetsfaktorns variationsomfång underskrider tröskelvärdet dividerat med säkerhetsfaktorn 3. Tröskelvärdet kan sättas till $4.0 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ för alla materialtyper, utom för nickelbaslegeringar där värdet $2,5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ skall användas vid frekvenser under 0,1 Hz.

Intervallberäkning

Från Acceptabel Defekt räknar man baklänges längs tillväxtkurvan för att fastställa max. tillåten *Kvalificeringsdefekt* med avseende på önskat Kontrollintervall t.ex. 10 år. För att säkert kunna klara fastställt kontrollintervall måste en defekt som inte är större än kvalificeringsdefekten minus önskad tolerans kunna storleksbestämmas. Denna defekt (*Detekteringsmål*) måste alltså kunna hittas och storleksbestämmas med hjälp av provnings-systemet. Detta innebär indirekt också att man alltid förutsätter en defekt strax under detekteringsmålet i samtliga provningsobjekt. Se diagram nedan.

När man efter provning i anläggningen konstaterat att det inte finns några defekter som är större än detekteringsmålet, kan man utgå från den defektstorleken vid bestämning det nya kontrollintervallet, dock max 10 år.

Om det efter provning i anläggningen finns en rapporterad defekt som är större än detekteringsmålet utgår man från den rapporterade defektstorleken plus mättoleransen vid bestämning av det nya kontrollintervallet (max 10 år), alternativt att annan åtgärd vidtas. Detta förutsätter dock att förutsättningarna i SSMFS 2008:13, 2 kap 6 § uppfylls.



Exempel på tillväxtdiagram skadetålighet för en antagen defekt med tillhörande definitioner

10.6.1.2 Erosion

För tryckbärande anordningar med erosionskorrosionsskador anses betryggande säkerhetsmarginaler föreligga om de villkor som framgår av ASME XI Code Case N480 Subsection -3400 uppfylls för tiden fram till nästföljande kontrolltillfälle.

Tillväxtdata för erosionskorrosionstillväxt kan bestämmas enligt de principer som framgår av ASME XI Code Case N480 Subsection -3200. Om sådana data saknas kan i undantagsfall erosionskorrosionstillväxt i reaktorläggningar ansättas till 2 mm/år.

11 TILLÄMPNING AV GÄLLANDE FÖRESKRIFTER FÖR FORTLÖPANDE AVSYNING OCH BESIKTNING AV TRYCKSATTA ANORDNINGAR

11.1 Bakgrund

I SSMFS 2008:13, 3 kap, 3 § första stycket anges att mekaniska anordningar fortlöpande skall avsynas, undersökas och övervakas för kontroll av att inga otätheter uppkommit och att inga tecken på skadlig påverkan i övrigt föreligger.

I SSMFS 2008:13, 3 kap, 3 §, tredje stycket anges att sådana trycksatta anordningar som inte indelats i kontrollgrupp A eller B och vars integritet har betydelse för personalens skydd mot ohälsa och olycksfall skall genomgå återkommande kontroll som svarar mot bestämmelserna i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om besiktning av trycksatta anordningar.

11.2 Syfte

Syftet med detta dokument är att definiera gränsen mellan Strålsäkerhetsmyndighetens och Arbetsmiljöverkets föreskrifter med avseende på besiktning och fortlöpande avsyning av trycksatta anordningar enligt krav i SSMFS 2008:13, 3 kap, 3 §. Detta görs med syftet att utförandet av de olika kontrollmomenten skall styras av en myndighets författningssamling. I detta fall är SSM tillsynsmyndighet och författningssamlingen SSMFS 2008:13.

11.3 Förutsättningar

Inom anläggningens driftledningsområde¹⁸ skall trycksatta anordningar, vars integritet har betydelse för personalens skydd mot ohälsa och olycksfall och som inte blir föremål för kontroll enligt SSMFS 2008:13, 3 kap, 5 §, 7-8 §§, d.v.s. de mekaniska anordningar som inte indelats i kontrollgrupp A eller B, genomgå återkommande kontroll som svarar mot bestämmelserna i Arbetsmiljöverkets föreskrifter, f.n. AFS 2005:3.

Inom driftledningsområdet ersätts den i AFS 2005:3, 15 § nämnda fortlöpande tillsynen av fortlöpande avsyning enligt krav i SSMFS 2008:13, 3 kap, 3 § första stycket.

11.4 Besiktning av trycksatta anordningar

Trycksatta anordningar (inklusive säkerhetsutrustning) vars integritet har betydelse för personalens skydd mot ohälsa och olycksfall skall genomgå besiktning genom driftprov, DP, bestående av systemkontroll och funktionskontroll av säkerhetsutrustning samt in- och utvändiga undersökningar, IU, i en omfattning som svarar mot bestämmelserna i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om besiktning av trycksatta anordningar AFS 2005:3.

11.5 Fortlöpande avsyning under revision

Fortlöpande avsyning inom driftledningsområdet utförs enligt de krav som ställs i SSMFS 2008:13, 3 kap, 3 § första stycket. Utförandet av fortlöpande avsyning och avsyning under revision regleras i verksspecifika instruktioner.

11.6 Reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader

All kontroll och provning av mekaniska anordningar, i samband med reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader styrs uteslutande av de krav som ställs i SSMFS 2008:13, 4 kap, 2-12 §§.

¹⁸ Definieras av respektive Tillståndshavare

12 PRINCIPER, METODER OCH TILLVÄGAGÅNGSSÄTT FÖR RISKINFORMERAD (RI-ISI) KONTROLLGRUPPSINDELNING AV MEKANISKA ANORDNINGAR

12.1 Bakgrund

Enligt SSMFS 2008:13 skall mekaniska anordningar kontrollgruppindelade i kontrollgrupperna A – C. Kontrollgruppsindelningen skall ske med hänsyn till de relativa riskerna för bränsleskador, utsläpp av radioaktiva ämnen, oavsiktlig kedjereaktion och brister i säkerhetsnivån i övrigt. Kontrollgruppsindelningen kan ske med kvalitativa eller kvantitativa metoder eller en kombination av dessa. I detta dokument behandlas kontrollgruppsindelning utförd med kvantitativa metoder.

12.2 Syfte

Syftet med detta avsnitt är att beskriva de kvantitativa riskinformerade principer, metoder och tillvägagångssätt som kan följas vid kontrollgruppsindelning av de mekaniska anordningar som omfattas av SSMFS 2008:13.

Återkommande kontroll skall styras mot de mekaniska anordningar som betingar störst risk med avseende på härdskada samt utsläpp till tredje man, samt utgöra bekräftelse på låg sannolikheten för skada enligt designförutsättningar och erfarenhet.

12.3 Förutsättningar för riskinformerad kontrollgruppsindelning av mekaniska anordningar

Enligt SSMFS 2008:13 3 kap 1 §, skall mekaniska anordningar indelas i kontrollgrupperna A - C (riskvärdering) för att styra omfattning och inriktning av återkommande kontroll.

Indelningen skall bestämmas med hänsyn tagen till de relativa riskerna för kärnbränsleskador, utsläpp av radioaktiva ämnen, oavsiktlig kedjereaktion och brister i säkerhetsnivån i övrigt till följd av skador som kan uppkomma i de mekaniska anordningarna.

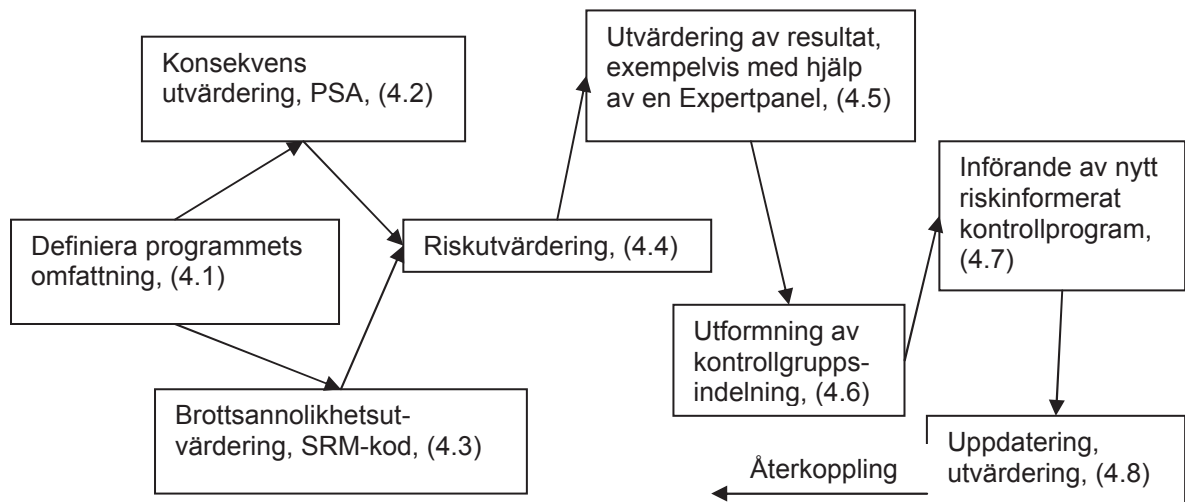
Till kontrollgrupp

- A hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara högst.
- B hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara lägre än för grupp A men ej ringa.
- C hänförs anordningsdelar där de relativa riskerna bedöms vara ringa.

Vid tillämpning av kvantitativa metoder skall TH definiera gränserna mellan de olika kontrollgrupperna för att möjliggöra en indelning i A – C.

12.4 Principer för riskinformerad kontrollgruppsindelning av Mekaniska anordningar

För att överhuvudtaget kunna göra en kontrollgruppsindelning vilken baseras på riskinformerade principer måste en arbetsprincip fastställas. Denna är i mångt och mycket snarlik för de flesta metoder som idag finns att tillgå på marknaden. En generell princip för att skapa en riskinformerad kontrollgruppsindelning beskrivs i figur 4.1.



Ovan visas principen för att skapa en riskinformerad kontrollgruppsindelning.

12.4.1 Innehåll i kontrollgruppsindelningen

En kvantitativ kontrollgruppsindelning kan utföras på samtliga system i anläggningen eller på en delmängd av system i anläggningen. Om det sker på en delmängd av systemen i anläggningen förutsätts att resterande del hanteras via en kvalitativ kontrollgruppsindelning.

Beroende på vald metod för att utföra den riskinformerade kontrollgruppsindelningen är det viktigt att vara införstådd i vad som skall ingå i det slutliga programmet. Alternativt kan man välja att låta enbart system i klass 1 eller klass 1 och 2 tillika ”full scope” att ingå i den kvantitativa kontrollgruppsindelningen. För vissa metoder kan man enkelt addera till ytterligare system i framtiden medan för andra metoder kommer hela den riskinformerade kontrollgruppsindelningen att påverkas eftersom en relativ riskrangordning används. Om en metod som använder relativ riskrangordning används rekommenderas att ett så kallat ”full scope” program genomförs.

12.4.2 Konsekvensutvärdering

Konsekvensen av en skada, brott eller läckage bestäms via en probabilistisk säkerhetsanalys (PSA). I PSA-analysen beräknas sannolikheten för härdskada givet ett brott eller läckage, detta värde ingår sedan i beräkningen av risken enligt avsnitt 12.4.4.

Vanligtvis ingår inte konsekvenser vilka härstammar från rörbrott i ledningar av mindre dimensioner i den ordinarie PSA-analysen. Normalt är det ett antal inledande händelser, stor LOCA, medel LOCA, liten LOCA osv. som är modellerade. För att beskriva de händelse-scenarion som kan inträffa krävs att man modifierar PSA-modellen och lägger till de aktuella händelserna av intresse. Vissa riskinformerade metoder utgår enbart från den ordinarie PSA-analysen.

Vanligtvis uttrycks betingad härdskada som *Conditional Core Damage Probability* (CCDP).

12.4.3 Rörbrottsanalys

Sannolikheten för skada bestäms av troliga skademekanismer med hänsyn till förekommande belastningar och miljöer i förhållande till konstruktiv utformning, dimensionering och materialegenskaper hos berörda anordningar. Läckagedetektering och den återkommande kontrollens effektivitet påverkar också sannolikheten för brott eller läckage. Dessa två beaktas inte när den grundläggande riskrangordningen utförs utan påverkan från dessa faktorer beaktas vid bedömning av hur effektivt det nya provprogrammet förmår att reducera risken jämfört mot det ursprungliga programmet.

För att genomföra en kvantitativ riskvärdering förutsätts att brottsannolikheten bestäms genom probabilistisk brottmekanik, statistik eller expertbedömningar.

Metoder för probabilistisk brottmekanik bör uppfylla kraven i EUR 22228, ”*ENIQ recommended practice 9: Verification and validation of structural reliability models and associated software to be used in Risk-informed In-service Inspection Programmes*” och expertbedömningar bör följa riktlinjerna i EUR 21772 ”*Formal Expert Judgement An Overview*”.

12.4.4 Riskutvärdering

Indelningen i kontrollgrupper bygger på risk såsom det definieras i EUR 21581 ”*European Framework Document for Risk-informed In-service Inspection*”.

Definitioner:

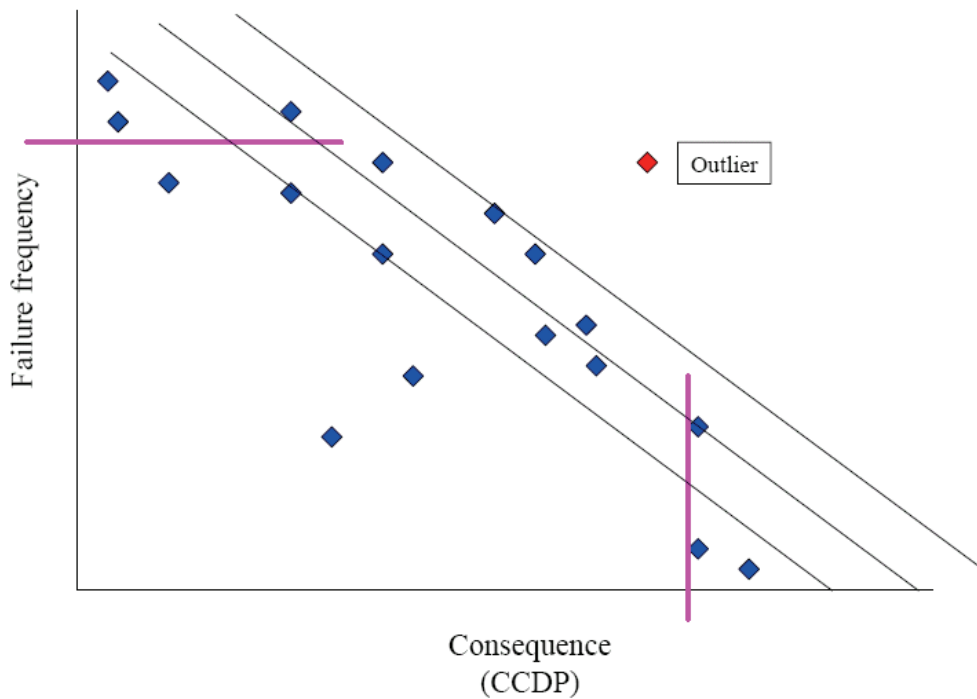
Risk = sannolikheten för skada × konsekvensen av skada

Sannolikheten för skada är ett mått på sannolikheten för skada eller annan degradering i aktuell anordningsdel och bestäms av troliga belastningar och miljö i förhållande till dimensionering och materialegenskaper. Sannolikheten för skada anges som felfrekvens/tid eller fel/behov

Konsekvensen av skada är ett mått på hur allvarligt ett brott betraktas i förhållande till de marginaler som finns tillgängliga fram till oacceptabla konsekvenser såsom kärnbränsleskador, utsläpp av radioaktiva ämnen, oavsiktlig kedjereaktion och brister i säkerhetsnivån i övrigt. Konsekvensen av en skada anges normalt i dessa sammanhang som betingad härdskada givet brott eller läckage.

12.4.4.1 Tolkning av riskdiagram

För att förstå och på ett enkelt sätt tyda anläggningens riskbild kan ett riskdiagram skapas. I ett riskdiagram kan områden som kräver extra uppmärksamhet identifieras. Sådana områden är exempelvis de som erhåller låg risk men som har hög konsekvens alternativt hög brottsannolikhet vilka kräver extra uppmärksamhet och bör värderas beroende på den dominerande faktorn i riskberäkningen. I figuren nedan ges ett schematiskt exempel över dessa områden. I riskdiagrammen är det även lätt att identifiera så kallade riskutstickare (risk outliers). Dessa kan distordera den totala riskrangordningen och bör således ägnas särskild uppmärksamhet. Exempel på riskutstickare ges i figuren nedan.



Schematisk bild över riskdiagram. Diagonallinjerna redovisar konstanta risknivåer.

Hög konsekvens × låg sannolikhet för skada

Områden enligt ovan bör beaktas ur ett djupförsvarsperspektiv och ingå i lämplig omfattning för att bekräfta antaganden om avsaknad av skademekanismer och skadutveckling.

Låg konsekvens × hög sannolikhet för skada

Områden enligt ovan har liten påverkan på risken för hårdskada. Dock bör dessa områden beaktas med tanke på risk för personskador och omvärldens syn på verksamheten.

Risk outlier

Detta är segment som har en avvikande placering i riskdiagrammet med avseende på risk. I ett riskdiagram blir sådana högriskobjekt väldigt tydligt synliggjorda och lätta att identifiera. Om sådana förekommer bör en ny analys utföras, utan att dessa ingår i riskutvärderingen, för att utröna om dessa högriskobjekt döljer andra objekt.

12.4.5 Utvärdering av resultat

Ett sätt att granska och värdera resultatet från riskutvärderingen är att använda en expertpanel. Vissa metoder har detta som ett naturligt inslag i den riskinformerade processen i EUR 21772 ”*Formal Expert Judgement An Overview*”.

12.4.6 Utformning av kontrollgruppsindelning

Vid kontrollgruppsindelning skall det tillämpas relativ riskjämförelse. De mekaniska anordningarna jämförs med varandra och indelas i kontrollgrupper enligt kapitel 3. Vid en kvantitativ kontrollgruppsindelning måste gränser för de olika kontrollgrupperna definieras av TH.

Att de olika gränserna måste definieras av respektive TH beror på att riskprofilen för de olika anläggningarna kommer att variera. Om fasta gränser används kan det få olyckliga konsekvenser med avseende på innehållet i programmet. Om en väldigt flack riskprofil erhålls och fasta gränser används kan det innebära att en väldigt stor mängd systemdelar skall placeras i kontrollgrupp A alternativ B. Likaså om en väldigt varierande riskprofil presenteras med några få riskdominanta systemdelar kan det medföra att ett mycket begränsat urval erhålls. Grundfilosofin är att åstadkomma ett väl avvägt kontrollurval och för att uppnå detta krävs individuella risknivåer för respektive TH.

Det som är att rekommendera istället för fasta gränser är att ett antal kriterier tas fram för att framhäva det som anses vara viktigt att beakta vid användande av kvantitativa metoder. Som exempel redovisas de kriterier som har använts vid tidigare applikationer av riskinformerade metoder gällande för rörsystem i Sverige.

- I kontrollgrupp A och B skall segment som har störst betydelse för reaktorsäkerheten ingå.
- Segment som har ett $RRW \geq 1,005$ anses per definition ha störst betydelse för reaktorsäkerheten. $RRW \geq 1,005$ som gräns för HSS kommer från EPRIs PRA Guidance Document. Erfarenheten från PSA-arbete inom kärnkraftindustrin visar på att denna gräns verkar lämplig när PSA-teknik nyttjas i reaktorsäkerhetsarbetet. För information om RRW hänvisas till WCAP-14572 Rev 1-NP-A ”Westinghouse Owners Group, Application of Risk-Informed Methods to Piping Inservice Inspection Topical Report”.
- Segment som kategoriserades HSS av expertpanelen och har en aktiv skademekanism skall placeras i kontrollgrupp A. Som aktiv skademekanism klassas erosionkorrosion, vibrationer, spänningskorrosion och termisk utmattnings (inklusive termisk stratifiering eller kombinationer av dessa skademekanismer). Vibrationer beaktas i ett separat program.
- En genomgång skall genomföras av de segment som har de högsta relativa riskerna för fallen CDF/LERF med och utan operatörsingrepp, kategoriserad HSS av expertpanelen samt ingen förekomst av aktiva skademekanismer. Detta för att utröna om det föreligger några skäl att flytta någon/några av dessa segment från kontrollgrupp B till kontrollgrupp A. Bakgrunden till detta är att det är mycket viktigt att försöka säkerställa att ingenting pågår i dessa s.k. högrisksegment. Ett kriterium är dock att brott/läckage i aktuellt segment skall medföra reaktorsnabbstopp. Det anses inte motiverat att placera segment som enbart degraderar barriären mot härdskada eller utsläpp av aktivitet till omgivningen och samtidigt inte har några aktiva skademekanismer i kontrollgrupp A. Detta mot bakgrund av att inspektion av samtliga strukturella element inte förväntas ge så mycket mer information än ett stickprovsurval och på så sätt inte motiverar en högre inspektionskostnad.
- Detta gäller dock inte segment som enbart har ång- eller vattenslag som drivande skademekanism. Dessa segment skall placeras i kontrollgrupp B, se motivering nedan.

- Segment som kategoriseras HSS av expertpanelen på grund av stor konsekvens och vars relativa risk är ringa skall placeras i kontrollgrupp B. Stickprovsurval bedöms vara den mest lämpliga metoden mot bakgrund av motiven till inspektionerna samt utifrån ekonomiska överväganden. Motiven till dessa inspektioner är att leta efter okända skademekanismer eller kända skademekanismer som uppträder i icke förväntade miljöer. Det kan vara värt att nämna att dessa inspektioner har en mycket liten inverkan på riskreduktionen vad gäller CDF/LERF.
- Ång- och vattenslag definieras inte som en aktiv skademekanism men kan ge upphov till stora laster på rörsystemen. Här görs bedömningen att det är osannolikt att ång- eller vattenslag som ensam skademekanism kan leda till brott eller läckage. Mot denna bakgrund kommer segment med enbart ång- eller vattenslag och som tillhör kontrollgrupp A baserat på relativ risk istället att placeras i kontrollgrupp B. Detta gäller dock endast under förutsättningen att segmentets höga relativa risk beror på ång- eller vattenslag. En annan viktig faktor är att det inte är försvarbart ur ekonomisk synpunkt att inspektera samtliga svetsar när betydelsen på reaktorsäkerheten är ringa. Återkommande kontroll medför inte någon riskreduktion med använd SRM-kod vad gäller ång- eller vattenslag.
- Segment som har en aktiv skademekanism i kombination med ång- eller vattenslag skall placeras i kontrollgrupp A, även om dess relativa risk är ringa. Bakgrunden till detta är att det kan finnas en ökad risk för att brott eller läckage kan inträffa.
- För segment vilka kategoriserats som HSS av expertpanelen och har strukturella element både med och utan aktiv skademekanism gäller följande. Om rörbrotts sannolikheten beräknas på nytt utan närvaro av aktiv skademekanism och segmentet inte får ett $RRW \geq 1,005$ eller tillhör den grupp av segment som har högst relativ risk, kommer ingen inspektion att utföras på dessa strukturella element.
- Ingen hänsyn skall tas till om defekter kan eller inte kan upptäckas med befintlig provningsteknik i samband med placeringen av segmenten i respektive kontrollgrupp.
- Underlaget för expertpanelens kategorisering av segmenten i HSS eller LSS ska baseras på riskutvärderingen där ”*risk outliers*” avlägsnats tillsammans med segment som har höga rörbrotts sannolikheter på grund av vibrationer.

12.4.7 Riskreducering vid återkommande kontroll

Målet med återkommande kontroll är att reducera risken för brott eller läckage och att bekräfta frånvaro av skademekanismer. Ett sätt att uppnå detta är att tillämpa ett riskinformerat synsätt och indela objekt med avseende på de relativa riskerna i kontrollgrupperna A, B och C.

Ett vanligt krav som ställs på riskinformerade program för rörsystem är att programmet skall ge en riskreduktion eller åtminstone vara riskneutralt vid jämförelse mot det ursprungliga kontrollprogrammet.

12.4.8 Årlig översyn av kontrollgruppsindelning

Ett riskinformerat provningsurval bör omvärderas i samband med större uppdateringar av anläggningens PSA-analys eller om det framkommer uppgifter som signifikant kan påverka de analyserade sannolikheterna för skada.

13 PROVNING AV BESTRÅLAT TRYCKKÄRLSMATERIAL-SURVEILLANCEPROVNING

13.1 Bakgrund

Säkerhetsbedömning av reaktortryckkärl är bland annat baserad på omfattande kvalitetskontroll under tillverkning samt regelbunden återkommande provning under drift vilken omfattar oförstörande provning och surveillanceprovning.

I surveillanceprovningen, baserad på 10 CFR 50 Appendix G och H, skall tryckkärlets seghet kontrolleras efter bestrålning. För detta ändamål har slag- och dragprovstavar tillverkats och exponerats i reaktortanken i positioner där de uppnår den förväntade livstidsdosen snabbare än själva reaktortryckkärlet. Vid en surveillanceprovning tas en provstavskedja ut från reaktorn och utvärderas. Provningsen bör ske med för den specifika reaktorn lämpliga intervall. Dessa bestäms av den accelerationsfaktor på bestrålningen som provstavskedjorna har jämfört med reaktortanken.

Det är relevant att ta reda på när provstavarna passerat reaktorns förmodade EOL-dos ("End of Life"-dos till reaktortanksmaterialet). När denna dos på provstavarna har passerats kan surveillanceprogrammet anses ha spelat ut sin roll. Det som är intressant för vidare utvärdering är de neutrondetektorer som finns placerade i kapslarna, dessa kan dock ersättas med motsvarande externa dosimetrar. Detektorerna behövs för att verifiera beräkningsmodellen för reaktortankens bestrålning.

Provstavarna är tillverkade av överskottsmaterial och svetsarbetsprov som kommer från tryckkärlets hårdnära plåtar. Ett relativt litet antal provstavar analyseras för de olika förutsättningarna. Detta kan generera en stor spridning i resultaten.

Bestämning av en justerad omslagstemperatur RT_{NDT} (*Reference Nil-Ductility Temperature*) genomförs enligt US Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.99 Revision 2.

För äldre reaktorer saknades en del brottseghetskrav för ferritiska material i tryckbärande komponenter vid tidpunkten för konstruktion och uppförande. I sådana fall beskriver NUREG-0800, Standard Review Plan 5.3.2, procedurer för bestämning av RT_{NDT} och beräkning av driftsbegränsningar.

13.2 Tillämpning

Tillståndshavaren skall för varje reaktor föreslå individuellt kontrollprogram baserat på principerna i 10 CFR50 Appendix H, med uppgift om tidpunkter för provningar, samt tillstålla SKI programmet för granskning och godkännande. Innan ändringar av programmen får tillämpas, ska de vara anmälda till SKI.

Tillvägagångssättet för provningen är att genom slagprovning bestämma den så kallade *Reference Nil-Ductility Temperature*, RT_{NDT} , enligt ASME section III NB 2300, samt dess ökning till följd av reaktordriften, ΔRT_{NDT} . Från omslagskurvan bestäms även temperaturer vid 41 J och 68 J slagseghet, 0,89 mm tvärexansion samt slagseghet vid s k Upper-Shelf Energy.

Utvärderingsmodellen för ΔRT_{NDT} som används är NRC reg. Guide 1.99 rev 2. Det finns även andra utvärderingsmodeller (t.ex. den franska FIS). För de fall då det är motiverat att använda en annan metodik måste detta motiveras och anmälas till SSM. Vid ett byte av modell måste dock historiska data användas för att genomföra en ”benchmark”, det är därför relevant att välja en metodik som kan anpassas till historiska data.

13.3 Provning

Provningarna skall utföras av ett ackrediterat provningslaboratorium i tredjepartställning. Resultaten skall kunna jämföras mellan olika provningstillfällen och mellan reaktorer av samma typ.

Provning av drag- och slagprovstavar utföres i enlighet med ASTM E 185-02.

Neutronflödesdensitet, energispektrum och neutronflöde för provstavar och reaktorvägg bestäms enligt riktlinjerna i US NRC Regulatory Guide 1.190.

Omslagstemperaturen, RT_{NDT}^{EOL} , som materialet beräknas ha vid slutet av drifttiden (end of life), alternativt vid nästa provningstillfälle, skall beräknas ur följande uttryck:

$$RT_{NDT}^{EOL} = RT_{NDT}^0 + \Delta T_1 + 0,56 (CF) f^{(0,28 - 0,10 \log f)}$$

$$RT_{NDT}^0 = \text{omslagstemperaturen för obestrålat material, } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_1 = 16 \text{ } ^\circ\text{C för svetsgods och värmepåverkade zoner och} \\ 10 \text{ } ^\circ\text{C för grundmaterial.}$$

$$(CF) = \text{kemifaktor i } ^\circ\text{F som skall beräknas ur erhållna data i} \\ \text{enlighet med Regulatory Guide 1.99.}$$

$$f = \text{neutronflödesdos uttryckt i enheten } 10^{19} \text{ n/cm}^2 \\ (\text{E} > 1 \text{ MeV}).$$

De värden på RT_{NDT}^{prov} som används för beräkning av (CF) skall vara den temperatur vid vilken Charpy-V värdet uppgår till 41 J. Beräknat värde på (CF) skall därefter jämföras med tabellerade värden vilka kan erhållas utgående från kända halter av koppar och nickel i aktuellt material. Tabell 1 i Regulatory Guide 1.99 skall därvid användas för svetsgods och tabell 2 skall användas för grundmaterial. Det högsta av de för varje material erhållna värdena på (CF) skall användas vid utvärderingen av RT_{NDT}^{EOL} .

Då resultat från två eller flera surveillanceprovningar finns kan dessa användas för att bestämma justerad RT_{NDT} och Upper-Shelf Energy på sätt som beskrivs i Regulatory Guide 1.99 avsnitt 2.1 och 2.2.

13.4 Redovisning

Resultat av provning skall redovisas enligt ASTM E 185-02 kompletterat med beräkningar av omslagstemperatur för materialet och slagseghet på Upper-Shelf nivån vid slutet av drifttiden, EOL.

Provningsresultaten skall också ligga till grund för särskild utredning om högsta tillåtna gränsvärde (HTG) för reaktortryck vid olika temperaturer.

Senast ett år efter uttag av provstavar skall analyser av provningsresultaten samt HTG, som avses att tillämpas fram till nästkommande provning, vara anmälda till SSM.

13.5 Gränsvärden surveillancemetodiken

USE (Upper-Shelf Energy)

USE skall vara minst 68 J vid EOL.

PTS

”*PTS screening criteria*”, d.v.s. när PTS-transienten skall omvärderas är då omslagstemperaturen är > 132 °C för konstruktionsmaterial och > 149 °C för svetsar.

HTG

HTG-kurvan skall uppdateras efter utvärdering av surveillansecapslar. Uppmätt ΔRT_{NDT} från aktuellt surveillanceprovning skall användas. Resultatet används för att uppdatera driftinstruktioner för tillåtna tryck-temperaturkurvor som skall anmälas till SSM (enligt SSMFS 2008:13, 3 kap. 6§).

Omslagstemperaturen bestäms vid 41 J, det finns även möjlighet att använda 68 J men den genererar en annan skala på data.

14 KONTROLL AV MEKANISK TRYCKAVSÄKRINGSUTRUSTNING

14.1 Allmänt

Varje anläggning skall ha instruktioner som i detalj beskriver det praktiska genomförandet av de kontroller som beskrivs i detta avsnitt inklusive dokumentation och uppföljning av kontrollresultaten. Instruktionerna skall definiera vilka krav som ställs på personalen gällande kompetens.

De anläggningar som funktionskontrollerar mekanisk tryckavsäkringsutrustning enligt kravbild i ASME OM omfattas endast i tillämpliga delar av detta avsnitt.

14.2 Kontroll av mekaniska säkerhetsventiler

14.2.1 Allmänt

Mekaniska säkerhetsventiler kan antingen funktionsprovas genom bänkprovning eller provas på plats i trycksatt system under drift med därför avsedd provutrustning.

Aktuell utrustning skall vara tekniskt verifierad och godkänd av både tillståndshavare, TH, och ett ackrediterat kontrollorgan, AK.

Manometrar skall vara kalibrerade mot godkända normaler med toleranser som anges i verksspecifika instruktioner. Hög noggrannhet avseende den totala mätkedjan skall eftersträvas.

Acceptanskrav skall vid funktionsprovning följa antingen ASME OM eller ISO 4126-1. För ISO 4126-1 gäller att öppningstrycket får ställas in med en tolerans på det högsta värdet av $\pm 3\%$ av öppningstrycket alternativt ± 0.15 bar. Vid provning enligt ASME OM gäller andra krav, acceptansvärden och provningsfrekvenser.

Säkerhetsventiler bör vara försedda med märkning om aktuellt öppningstryck.

Funktionskontrollen bör normalt ske med samma medium och temperatur som i driftsituationen. Om detta inte är möjligt eller lämpligt bör väl underbyggda korrelationsfaktorer tillämpas.

Minst två öppningar bör göras.

Säkerhetsventil skall provas efter drift (as found) och innan service eller annan åtgärd kan ha påverkat säkerhetsventilens öppningstryck. Om säkerhetsventilens öppningstryck vid provningen efter drift uppvisar ett värde utanför acceptanskriterierna, som anges i verksspecifika instruktioner, skall en särskild utredning förklara varför säkerhetsventilen öppnat vid ett felaktigt värde. AK skall informeras om vidtagen åtgärd i förekommande fall.

Efter utförd funktionsprovning skall inställningarna på ventilerna låsas och plomberas så att förändringar av ventilens inställningar inte kan göras utan att låsningen måste brytas. Förseglingsplomben skall ange aktuellt provningsår.

Före återstart skall tillståndshavaren kontrollera att rätt säkerhetsventil har återmonterats på respektive anordning och på ett korrekt sätt.

14.2.2 Funktionsprovning i bänk

Inga ytterligare krav.

14.2.3 Funktionsprovning i trycksatt system

Vid funktionsprovning på plats av säkerhetsventiler i trycksatta system ska metoden, personalen och utrustningen vara godkända för aktuell säkerhetsventil av AK.

Vid provning av vätskeansatta ventiler på plats i trycksatt system skall speciell hänsyn tas till val av metod p.g.a. svårigheten att avläsa rätt öppningstryck.

Innan en säkerhetsventil provas i trycksatt system skall ett AK godkänna tillståndshavarens (TH) urval av ventiler för provning med aktuell metod.

14.2.4 Utökad kontroll av säkerhetsventiler som funktionsprovas i trycksatt system

Säkerhetsventiler som normalt funktionsprovas på plats i trycksatt system skall, med intervall enligt nedan, kontrolleras med avseende på eventuella korrosionsangrepp eller andra skador i erforderlig omfattning.

Efter genomförd kontroll skall ventilens öppningstryck ställas in.

Den utökade kontrollen bör ske med följande intervall:

- säkerhetsventiler som åsatts¹ 1 års intervall kontrolleras var tredje gång, d.v.s. med 3 års mellanrum.
- säkerhetsventiler som åsatts 2 års intervall kontrolleras var annan gång, d.v.s. med 4 års mellanrum.
- säkerhetsventiler som åsatts 3 års intervall kontrolleras var annan gång, d.v.s. med 6 års mellanrum.

¹) Undantag görs dock för säkerhetsventiler som vid funktionskontroll uppvisat ett för högt AS-found värde och därför åsatts 1 års intervall.

14.2.5 Förlängning av intervall

TH har möjlighet att hos AK begära förlängning av intervallen för utökad kontroll, enligt föregående avsnitt, om följande förutsättningar uppfyllts;

- TH ska genom en särskild utredning styrka att risken för kladdning/klibbning, korrosion eller annat är försumbar tack vare mycket gynnsamma driftförhållanden och/eller för ändamålet gynnsamma material i armaturen.
- tre på varandra följande utökade kontroller med godkänt resultat bör ha genomförts.

I dessa fall kan intervallet för den utökade kontrollen förlängas enligt följande:

- ventiler med 2 års intervall kontrolleras var tredje gång d.v.s. vart sjätte år.
- ventiler med 3 års intervall kontrolleras var tredje gång d.v.s. vart nionde år.

Begäran om ändring av tidsintervallet ska tillställas AK som efter granskning kan godkänna en förlängning.

14.3 Kontroll av övrig mekanisk tryckavsäkringsutrustning

Övrig mekanisk tryckavsäkringsutrustning som avses här är sprängbleck, husavsäkringar och överströmningsventiler.

Övrig mekanisk tryckavsäkringsutrustning ska kontrolleras i enlighet med de moment som ingår i funktionskontrolldelen vid genomförandet av driftprov (DP).

Varje anläggning ska ha instruktioner som i detalj beskriver det praktiska genomförandet av de kontroller som avses i detta avsnitt.

14.4 Riktlinjer för upprättande av instruktion för kontroll av tryckavsäkringsutrustningar

Instruktionen skall minst innehålla följande:

- syftet med instruktionen
- kravbild och acceptansvärden enligt föreskrifter, standarder, normer m.m.
- provningsutrustning
- genomförande
- riktlinjer för märkning med öppningstryck samt läsning och plombering
- krav för återställning
- avvikelshantering
- kompetenskrav för aktuell personal
- dokumentation/redovisning av utförd provning

15 ÖVRIG TRYCK- OCH TEMPERATURAVSÄKRINGSUTRUSTNING

15.1 Definition av övrig tryck- och temperaturavsäkrings-utrustning

Med övrig tryck- eller temperaturavsäkringsutrustning avses utrustning som ersätter mekaniska säkerhetsventiler och sprängbleck, eller är ett komplement till dessa. Med komplement avses här den eller de icke mekaniska komponenter en mekanisk säkerhetsutrustning, t ex en tillsatsbelastad säkerhetsventil, kräver för att fungera.

För att förtydliga innebörden av definitionen gäller att:

- övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning är en icke mekanisk utrustning, som uteslutande krävs för att säkerställa tryckkärlsintegriteten i en tryck- och temperaturbärande anordning
- om anordning har en mekanisk avsäkring parallellt med en icke mekanisk sådan, definieras denna ej som övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning.

15.2 Funktionskontroll och säkerhetsanalys

Program för återkommande funktionskontroll av övrig tryck- och temperaturavsäkringsutrustning kan baseras dels på direkta driftprov, för att verifiera att alla delar av utrustningen fungerar fullt ut vid aktuella driftfall, dels simulering och provning av de enskilda komponenterna efter ett systematiskt analysprogram, baserat på de fel och avvikelser som kan uppstå under drift, som avses i Tryckkärlsstandardiseringens Anvisningar för icke-mekanisk säkerhetsutrustning (AIS1991).

För att utröna om säkerhetsutrustningen erbjuder betryggande säkerhet, krävs någon form av säkerhetsanalys. Syftet med analysen skall vara att ge en så fullständig bild som möjligt av de avvikelser som kan uppstå i normal drift samt att identifiera de avvikelser som är av betydelse för säkerheten.

Utgående från säkerhetsanalysen verifieras sedan med praktiska prov att komponenter och system erbjuder avsedd säkerhet. Det som kan orsaka avvikelser med betydelse för säkerheten kan indelas i undergrupper som felfungerande komponenter, händelsekedjor, programmeringsfel och systemfel. Säkerhetsanalysen skall således ge kontrollomfattning och kontrollförfarande för att täcka in ovanstående grupper.

15.3 Provningsunderlag och instruktioner

Utrustningar som ersätter mekaniska säkerhetsventiler och sprängbleck, eller kompletterar dessa, skall definieras och dokumenteras för respektive anläggning. Det skall framgå när AK skall delta med avseende på granskning av underlag och genomförande. Drift-/underhållsinstruktioner skall upprättas som bl.a anger omfattning och kontrollintervall, behövlig hjälp utrustning, genomförande, acceptanskrav samt redovisning/dokumentation.

15.4 Granskning av underlag

TH genomför säkerhetsanalys samt upprättar underlag och procedurer för återkommande kontroll. Granskning och godkännande skall utföras i enlighet med gällande rutiner vid respektive kraftverk. Underlagen för den obligatoriska återkommande kontrollen skall även granskas av AK.

16 RÖRELSEDÄMPARE

16.1 Allmänt

Funktionen hos rörelsedämpare som hänförs till kontrollgrupperna A och B skall kontrolleras i den omfattning och med de intervall som behövs för att säkerställa att dämparna fungerar som avsett. Intervallen mellan funktionskontrollerna får dock inte överstiga tio år.

Nyinstallerade rörelsedämpare bör kontrolleras inom tre år från det att dämparen tagits i bruk. Med nyinstallerad avses en rörelsedämpare som installeras på en ny plats i anläggningen och inte ett utbyte av en tidigare installerad dämpare.

Rörelsedämpare tilldelas normalt samma kontrollgrupp som den anordning den avses att dämpa rörelserna hos. I de fall den dämpade anordningen inte indelats i kontrollgrupp A eller B tilldelas rörelsedämparen kontrollgrupp C.

Varje anläggning skall ha instruktioner som i detalj beskriver det praktiska genomförandet av de kontroller som beskrivs i detta avsnitt inklusive dokumentation och uppföljning av kontrollresultaten. Instruktionerna skall definiera vilka krav som ställs på personalen gällande kompetens.

16.2 Utförande

Återkommande funktionskontroll av rörelsedämpare omfattar dels avsyning dels funktionskontroll enligt nedan:

- att aktivering sker inom gällande gränsvärden för hastighet och acceleration i drag- och kompressionsriktningen.
- att avluftningshastighet eller frikopplingsgränser ligger inom gällande gränsvärden i drag- och kompressionsriktningen (gäller endast hydrauliska rörelsedämpare).
- att den kraft som ger kolven fri rörelse i drag- och kompressionsriktningen ej överstiger gränsvärden för friktionskrafter i drag- och tryckriktning.
- avsyning omfattar dels att rörelsedämparen är rätt monterad, dels dess infästningar med avseende på glapp och styvhet.

All provning sker inom intervallen 20-100 % av respektive rörelsedämpares nominella last och under normal rumstemperatur.

Återkommande kontroll av rörelsedämpare skall ske med registrerande provningsutrustning.

16.3 Riktlinjer för upprättande av instruktion för funktionskontroll av rörelsedämpare

Instruktionen skall minst innehålla följande:

- syftet med instruktionen
- kravbild och acceptansvärden enligt föreskrifter, standarder, normer m.m.
- provningsutrustning
- genomförande
- riktlinjer för märkning med provningsår
- krav för återställning
- avvikelshantering
- kompetenskrav för aktuell personal
- dokumentation/redovisning av utförd provning.

17 FORTLÖPANDE AVSYNING AV TRYCKSATTA ANORDNINGAR

17.1 Allmänt

I detta avsnitt redogörs för vad som skall ingå samt hur fortlöpande avsyning av trycksatta anordningar skall utföras.

Verkspecifika instruktioner skall finnas och beskriva vad den fortlöpande avsyningen skall omfatta samt hur den skall genomföras och redovisas.

Inom driftledningsområdet (definieras av respektive TH) ersätts den i AFS 2005:3, 15 §, sista stycket, nämnda fortlöpande tillsynen av fortlöpande avsyning enligt krav i SSMFS 2008:13, 3 kap, 3 § första stycket.

17.2 Fortløpande avsyning

Trycksatta anordningar skall fortlöpande avsynas och undersökas för kontroll av att inga otätheter uppkommit och att inga tecken på skadlig påverkan i övrigt förekommer.

Vid avsyningen skall, i den mån det har betydelse för säkerheten, kontrolleras att

- utrustningen fungerar tillfredsställande
- inga otätheter har uppkommit
- anordningen inte utsatts för skadlig yttre eller inre påverkan
- inga andra fel eller avvikelser uppstått
- märkning finns och är väl synlig.

Varje anläggning skall ha egna instruktioner som i detalj beskriver det praktiska genomförandet av den fortlöpande avsyningen. Instruktionerna skall också ange vilka krav som ställs på personalen med avseende på kompetens.

17.2.1 Fortløpande avsyning under drift

Anordningar vilka finns i utrymmen som är åtkomliga under drift avsynas fortlöpande vid driftens ordinarie ronderingar.

17.2.2 Avsyning under revision

Anordningar som normalt inte är åtkomliga under drift avsynas vid revisionsavställning.

17.2.3 Fortløpande avsyning som ersättning för systemkontroll

AK kan godkänna att utförd fortlöpande avsyning får ersätta systemkontrollen i de fall AK granskat programmet och dokumentationen för den fortlöpande avsyningen och funnit att informationen är tillräcklig för att bedöma att säkerheten är betryggande samt att avsyningen fungerar tillfredsställande.

Systemkontroll som utförs i samband med IU skall dock alltid utföras av AK.

I de fall anordningen enligt bestämmelserna i AFS 2005:3 enbart skall genomgå DP, d.v.s. besiktningsklass B, utförs systemkontrollen alltid av AK vid det tilldelade ordinarie intervallet.

17.2.4 Avsyningsprogram

Avsyrning av trycksatta anordningar i besiktningsklass A-C skall utföras efter ett särskilt program som anger hur ofta och i vilken omfattning ingående anordningar med tillhörande utrustning skall avsynas samt hur avsyningen skall utföras. Om anläggningens eller någon av anordningarnas uppbyggnad eller driftbetingelser ändras skall programmet kompletteras i den utsträckning som behövs.

17.2.5 Intervall

Fortlöpande avsyrning av trycksatta anordningar under drift skall utföras med ett för respektive anordning anpassat intervall. Riktvärdet bör ligga mellan 2 – 4 ggr per år.

Avsyrning under avställning utförs normalt under ordinarie revision vid respektive anläggning.

17.2.6 Kompetens

Den personal som utför avsyningen skall ha kompetens för uppgiften. Med kompetens menas här att en person som utför avsyrning skall ha anläggningskännedom och vara förtrogen med de instruktioner som styr avsyningen.

17.2.7 Genomförande

Normalt sker avsyningen på åtkomliga utvändiga delar. I de fall där anordningar har påverkats ogynnsamt på grund av driftstörningar eller andra omständigheter som gör att skador kan misstänkas, kan det vara nödvändigt att avsyningen utökas till att omfatta invändiga undersökningar. Beslut om detta fattas av tillståndshavarna, TH, enligt interna dokumenterade rutiner. Förutsättningar skall ges så att en meningsfull avsyrning kan göras.

17.2.8 Åtgärder föranledda av avsyningen

Om det vid den fortlöpande avsyningen eller vid annan rondering görs iakttagelser, som kan innebära att säkerheten hos en trycksatt anordning inte längre är betryggande, skall snarast åtgärder vidtas för att återställa säkerheten.

17.2.9 Dokumentation

Avsyningen som sker enligt avsyningsprogrammen skall journalföras eller på annat sätt antecknas så att datum för avsyningen och vem som utfört den framgår.

Om något som föranleder åtgärder iakttagits på en anläggning bör följande dokumenteras enligt respektive verks rutiner:

- anordningsidentitet
- vad som har iakttagits
- datum för iakttagelsen
- vilken åtgärd som bedöms nödvändig
- trolig orsak till det som har iakttagits
- datum då åtgärd har vidtagits
- vem som har dokumenterat iakttagelsen.

17.2.10 Ackrediterat kontrollorgan roll vid avsyning

Enligt SSMFS 2008:13, 5 kap, 1 § skall AK övervaka avsyningar av anordningar enligt 3 kap, 3 § för att kunna intyga om överensstämmelse.

Under driftperioden sker avsyning och övervakning fortlöpande av TH.

Under revisionsavställning utförs avsyning av anordningar som inte är åtkomliga under drift av TH.

AK:s medverkan regleras av respektive AK:s interna tekniska instruktioner.

AK granskar de av TH upprättade instruktionerna för fortlöpande avsyning och övervakning m a p urval, acceptanskrav och intervall.

18 FORTLÖPANDE AVSYNING AV MEKANISKA ANORDNINGAR

18.1 Allmänt

I detta avsnitt redogörs för vad som skall ingå samt hur fortlöpande avsyning av mekaniska anordningar skall utföras.

Verksspecifika instruktioner skall finnas och beskriva vad den fortlöpande avsyningen skall omfatta samt hur den skall genomföras och redovisas.

Föreskrivna krav angående fortlöpande avsyning anges i 3 kap, 3 § i SSMFS 2008:13.

18.1.1 Fortløpande avsyning av mekaniska anordningar

Mekaniska anordningar skall fortlöpande avsynas och undersökas för kontroll av att inga tecken på skadlig påverkan förekommer.

Vid avsyning av mekaniska anordningar bör särskild uppmärksamhet ägnas anordningar som kan ha påverkats ogynnsamt av vibrationer, vattenslag, läckage i omgivande miljö, tillfälliga kemiska förändringar av inre eller yttre miljö samt andra störningar som har registrerats under driftperioden.

I reaktorläggningen skall avsyningen även omfatta rörbrottsförankringar och rörstöd samt mekaniska anordningar som har betydelse för reaktorinneslutningens säkra funktion. Exempel på sådana mekaniska anordningar som regelbundet behöver avsynas och undersökas är kupoler, slussar, genomföringar och nedblåsningrör samt åtkomliga spännkablar och tätplåtar.

Den fortlöpande avsyningen skall ske enligt krav i verksspecifika instruktioner som skall vara redovisade för det ackrediterade kontrollorganet, AK

18.1.2 Fortløpande avsyning under drift

Anordningar vilka finns i utrymmen som är åtkomliga under drift avsynas fortlöpande genom rondering.

18.1.3 Avsyning under revision

Anordningar som normalt inte är åtkomliga under drift avsynas vid revisionsavställning.

18.1.4 Avsyningsprogram

Avsyning av mekaniska anordningar skall utföras efter ett särskilt program som anger hur ofta och i vilken omfattning ingående anordningar med tillhörande utrustning skall avsynas samt hur avsyningen skall utföras. Om anläggningens eller någon av anordningarnas uppbyggnad eller driftbetingelser ändras skall programmet kompletteras i den i utsträckning som behövs.

Utrustningar som ersätter mekaniska säkerhetsventiler och sprängbleck, eller kompletterar dessa, skall definieras och dokumenteras för respektive anläggning. Det skall framgå när AK skall delta med avseende på granskning av underlag och genomförande. Drift-/underhållsinstruktioner skall upprättas som bl.a anger omfattning och kontrollintervall, behövlig hjälputrustning, genomförande, acceptanskrav samt redovisning/dokumentation.

18.1.5 Intervall

Fortlöpande avsyning av mekaniska anordningar under drift skall utföras med ett för respektive anordning anpassat intervall.

Avsyning under avställning utförs normalt under ordinarie revision vid respektive anläggning.

18.1.6 Kompetens

Den personal som utför avsyningen skall ha kompetens för uppgiften. Med kompetens menas här att en person som utför avsyning skall ha anläggningskännedom och vara förtrogen med de instruktioner som styr avsyningen.

18.1.7 Genomförande

Normalt sker avsyningen på åtkomliga synliga delar. I de fall där anordningar misstänks ha påverkats ogynnsamt på grund av driftstörningar eller andra omständigheter skall orsaken utredas.

Förutsättningar skall ges så att en meningsfull avsyning kan göras.

18.1.8 Åtgärder föranledda av avsyningen

Om det vid den fortlöpande avsyningen eller vid annan rondering görs iakttagelser som kan innebära att säkerheten hos en mekanisk anordning inte längre är betryggande skall snarast åtgärder vidtas för att återställa säkerheten.

18.1.9 Dokumentation

Avsyningen som sker enligt avsyningsprogrammen skall journalföras eller på annat sätt antecknas så att datum för avsyningen och vem som utfört den framgår.

Om något som föranleder åtgärder iakttagits på en anläggning bör följande dokumenteras enligt respektive verks rutiner:

- vad som har iakttagits
- datum för iakttagelsen
- vilken åtgärd som bedöms nödvändig
- trolig orsak till det som har iakttagits
- datum då åtgärd har vidtagits
- vem som har dokumenterat iakttagelsen

18.1.10 Ackrediterat kontrollorgans roll vid avsyning

Enligt SSMFS 2008:13, 5 kap, 1 § skall AK övervaka avsyningar av anordningar enligt 3 kap, 3 § för att kunna intyga om överensstämmelse.

Under driftperioden sker avsyning och övervakning fortlöpande av TH.

Under revisionsavställning utförs avsyning av anordningar som inte är åtkomliga under drift av TH.

AK:s medverkan regleras av respektive AK:s interna tekniska instruktioner.

AK granskar de av TH upprättade instruktionerna för fortlöpande avsyning och övervakning m a p urval, acceptanskrav och intervall.

19 ÅTERKOMMANDE BESIKTNING AV TRYCKSATTA ANORDNINGAR

19.1 Allmänt

I detta avsnitt redogörs för vad som skall utföras i samband med återkommande besiktning genom driftprov, DP, och in- och utvändig undersökning, IU.

Trycksatta anordningar, d.v.s. tryckkärl, rörledningar, vakuumkärl och cisterner, vars integritet har betydelse för personalens skydd mot ohälsa och olycksfall, skall genomgå återkommande kontroll som svarar mot bestämmelserna i AFS 2005:3 ”*Besiktning av trycksatta anordningar*”.

19.2 Indelning i besiktningsklasser

Trycksatta anordningar indelas i besiktningsklasserna A, B och C enligt diagram och tabeller i AFS 2005:3, 4-8 §§.

19.2.1 Kontrollomfattning

Den återkommande besiktningen som föreskrivs i AFS 2005:3 består av in- och utvändig undersökning (IU) samt driftprov (DP) beroende på vilken besiktningsklass anordningen indelats i. Driftprovet består av systemkontroll och funktionskontroll av säkerhetsutrustning. Definition av systemkontroll respektive funktionskontroll av säkerhetsutrustning finns i bilaga 1, ”*Definitioner*”.

Trycksatta anordningar som indelats i besiktningsklass A skall genomgå IU och DP. Oavsett intervall skall alltid DP utföras i samband med IU.

Trycksatta anordningar som indelats i besiktningsklass B skall genomgå DP.

För trycksatta anordningar som indelats i besiktningsklass C ställs inga krav på besiktning i AFS 2005:3.

19.2.2 In- och utvändig undersökning av tryckkärl, vakuumkärl samt cistern

IU av trycksatt anordning, med undantag för rörledning, utförs normalt genom att anordningen öppnas, rengörs och inspekteras, i första hand okulärt, både invändigt och utvändigt. Invändig rengöring skall ske med den omfattning som krävs för att en bedömning skall kunna göras om det finns defekter eller andra omständigheter som är ogynnsamma för säkerheten.

Innan anordningen tillträds skall, för varje aktuell anordning, tillräckliga skyddsåtgärder vara vidtagna.

Vid behov kompletteras den okulära kontrollen med för ändamålet lämplig oförstörande provningsmetod, OFP. Utförande och rapportering sker enligt anlitat provningslaboratoriums rutiner.

I de fall en öppning av en anordning inte är möjlig, alternativt mycket besvärlig att genomföra, kan den invändiga delen av undersökningen ersättas med en för aktuell anordning lämplig undersökningsmetod från utsidan. Oavsett vilket tillvägagångssätt som väljs skall en procedur för det specifika ingreppet upprättas för fastställande av vad som skall göras och hur genomförandet skall gå till.

19.2.3 In- och utvändig undersökning av rörledning

Rörledningar som indelas i besiktningsklass A skall genomgå IU. Normalt sett omfattar in- och utvändig undersökning av rörledning endast utvändig undersökning av högt påkända delar, expansionsanordningar och rörstöd samt delar där korrosion, nötning, sprickor eller andra felaktigheter befaras kunna uppstå.

19.2.4 Driftprov

Trycksatta anordningar som indelats i besiktningsklass A och B skall genomgå DP bestående av systemkontroll och funktionskontroll av säkerhetsutrustning.

Vid systemkontrollen skall kontrolleras att:

- inget läckage som har betydelse för säkerheten förekommer i systemet
- anordningen inte påverkats ogynnsamt av vibrationer, vattenslag eller annat som kan påverka säkerheten.

Vid funktionskontroll av säkerhetsutrustning skall:

- kontrolleras att utrustning, som t.ex. säkerhetsventiler, sprängbleck och annan avsäkringsutrustning, som behövs med hänsyn till säkerheten fungerar tillfredsställande
- en invändig undersökning görs av säkerhetsutrustning vars funktion bedöms ha kunnat påverkas negativt av de fluider som utrustningen kommit i kontakt med.

19.2.5 Egenkontroll av trycksatta anordningar besiktningsklass C

För besiktningsklass C där inga föreskrivna krav i AFS 2005:3 ställs får kontroll utföras av TH som egenbesiktning enligt gällande rutiner vid respektive kraftverk. Personer som utför denna kontroll skall ha god komponentkännedom, erfarenhet och tillräckliga teoretiska kunskaper för att kunna utföra denna typ av kontroll.

20 ÅTERKOMMANDE KONTROLL AV GASFLASKOR OCH GASPAKET

20.1 Allmänt

I detta avsnitt redogörs för vad som skall ingå i samt hur återkommande kontroll av gasflaskor och gasflaskpaket skall utföras.

Gasflaskor och gasflaskpaket betraktas antingen som stationära eller icke stationära och skall genomgå återkommande kontroll enligt nedan. Med gasflaskor nedan avses både enstaka flaskor och paket. För definition av stationär behållare se definitionslista i bilaga 1.

20.2 Fortlöpande avsyning av gasflaskor

Samtliga gasflaskor, såväl stationära som icke stationära, som fysiskt finns placerade inom driftledningsområdet skall genomgå fortlöpande avsyning i enlighet med tillämpliga delar i avsnitt 17.

Normalt utförs den fortlöpande avsyningen av brukaren/användaren.

20.2.1 Återkommande kontroll av stationära gasflaskor

Gasflaskor skall betraktas som tryckkärl och följa de besiktningsregler som finns i denna bilaga d.v.s. gasflaskor och gasflaskpaket skall genomgå driftprov, DP, och in- och utvändigt undersökning, IU, i erforderlig omfattning.

20.2.2 Driftprov av gasflaskor

Vid genomförande av DP, bestående av systemkontroll och funktionskontroll av säkerhetsutrustning, skall såväl gasflaskans yttre tryckbärande skal som armatur kontrolleras. DP utförs normalt av ackrediterat kontrollorgan, AK. Se bilaga 14 för vidare definition av systemkontroll samt funktionskontroll av säkerhetsutrustning.

Efter bedömning och godkännande av AK kan fortlöpande avsyning, som utförs enligt avsnitt 19.2 ovan, ersätta systemkontrollen som normalt skall utföras av AK. Detta förutsätter att AK finner att programmet för avsyningen och resultatet av den samma befinner sig fungera som tänkt. I de fall fortlöpande avsyning godkänts som ersättning för systemkontrollen skall detta klart framgå i kontrollprogrammet. AK skall löpande stickprovsvis kontrollera programmets utformning och resultatet av detta.

20.2.3 In- och utvändigt undersökning av stationär gasflaska

I normalfallet skall gasflaskor bytas ut när besiktningsintervallet löpt ut. Undantag kan dock godkännas av AK. I dessa fall skall aktuell installation genomgå IU enligt nedan.

IU utförs i första hand som stickprovsvis tjockleksmätning på lämpligt antal, slumpmässigt utvalda, gasflaskor. Vid misstanke om degradering av gasflaska kan öppning för invändig okulärkontroll bli nödvändig. Beslut om eventuell öppning av gasflaska för invändig kontroll fattas av AK i samråd med TH och aktuell gasleverantör.

20.2.4 Invändig kontroll av stationär gasflaska

Återkommande kontroll som utförs som invändig kontroll i samband med återfyllning utförs av leverantören av aktuell gas.

20.2.5 Intervall för återkommande kontroll

Gasflaskor skall normalt bytas ut när besiktningensintervall löpt ut. Undantag kan dock göras för stationära gasflaskinstallationer om vissa särskilda förutsättningar uppfylls som godkänts av AK enligt avsnitt 19.2.3.

Gaskärl får inte fyllas efter att tiden för återkommande kontroll är inne, men de får även efter det att det fastställda intervallet löpt ut transporteras för att föras till kontroll eller skrotning, inklusive alla mellantransporter.