

TBM

TEKNISKA BESTÄMMELSER

FÖR

MEKANISKA ANORDNINGAR

Utgåva 8, 2021-11-01

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

Fastställd:

Anders Magnusson FKA, Erik Lindén OKG och Fredrik Olvmark RAB

Verksförvaltare av PAKT-dokument

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte och användning	7
1.3	Innehåll.....	7
2	ALLMÄN DEL	8
2.1	Tillämpningsområde	8
2.2	Förkortningar, föreskrifter och standarder.....	9
2.2.1	Definitioner	9
2.2.2	Förkortningar	9
2.2.3	Föreskrifter och standarder.....	9
2.3	Klassning	10
2.3.1	Säkerhetsklass	10
2.3.2	Kvalitetsklass.....	11
2.3.3	Seismisk klass.....	11
2.3.4	Täthetsklass	11
2.4	Konstruktionsspecifikationer	12
2.4.1	Allmänt	12
2.4.2	Innehåll.....	12
2.4.3	Anvisningar	13
2.5	Konstruktionsförutsättningar	14
2.5.1	Allmänt	14
2.5.2	Inriktning och arbetsgång	15
2.5.3	Funktionskrav	15
2.5.4	Driftfall	15
2.5.5	Belastningar och belastningskombinationer.....	16
2.5.6	Acceptabla påkänningar	17
3	MATERIAL, KONSTRUKTION OCH TILLVERKNING	19
3.1	Material.....	19
3.1.1	Kobolt.....	19
3.1.2	Silver	20
3.1.3	Antimon	20
3.1.4	Aluminium och Zink	20
3.1.5	Kolstål och låglegerade stål.....	20
3.1.6	Martensitiska och martensit-austenitiska stål.....	20
3.1.7	Ferritiska och ferrit-austenitiska (duplexa) rostfria stål	20
3.1.8	Rostfritt ståljudgods	20
3.1.9	Austenitiska rostfria stål.....	21
3.1.10	Nickelbaslegeringar av typ NiCrFe	21
3.1.11	Material för saltvattensystem	22
3.1.12	Material för mellandränage	22
3.1.13	Material för skruvar, muttrar och brickor	22
3.1.14	Tillsatsmaterial för svetsning	23
3.1.15	Plast och gummi	24
3.1.16	Packningsmaterial	24
3.1.17	Smörjmedel	25
3.1.18	Termisk isolering	25
3.2	Konstruktion och beräkning	25
3.3	Tillverkning och installation	26
3.3.1	Standarder för svetsning	27
3.3.2	Värmepåverkad zon	27
3.3.3	Krav för tillfälliga svetsar.....	27
3.3.4	Krav vid hantering av rostfritt stål och nickelbaslegeringar.....	28
3.3.5	Svetsning	28
3.3.6	Passning och häftning	29

3.3.7	Svetsprocedurer/svetsdatablad (WPS)	29
3.3.8	Speciella krav på svetsförband	30
3.3.9	Svetsreparation av grundmaterial	31
3.3.10	Reparation av svetsar	32
3.3.11	Formning och riktning	33
3.3.12	Värmebehandling	34
3.3.13	Märkning	35
3.4	Vibrationer	35
3.4.1	Resonanser	35
3.4.2	Balansering	36
3.4.3	Kast- och passningstolerans	36
3.4.4	Vibrationsnivåer	36
3.5	Ytbehandling	37
3.5.1	Allmänt	37
3.5.2	Målnings-, Korrosivitets- och Miljöklasser	38
3.5.3	Konstruktion och förbehandling	39
3.5.4	Målning	39
3.5.5	Förzinkning	40
3.5.6	Gummering	40
3.5.7	Lagring och transport	41
3.6	Dokumentation	41
3.6.1	Erforderlig dokumentation vid offert	41
3.6.2	Erforderlig dokumentation före tillverkning	41
4	OBJEKTSPECIFIKA BESTÄMMELSER	42
4.1	Rörledningar	42
4.1.1	Allmänt	42
4.1.2	Svetsförband	42
4.1.3	Tätning utföranden i flänsförband	47
4.1.4	Gångförband	47
4.2	Rördelar	48
4.2.1	Avgreningar	48
4.2.2	Rörböjar och bockade rör	50
4.2.3	Reduceringar	51
4.2.4	Flänsförband	51
4.2.5	Gavlar i rörsystem	52
4.2.6	Svetsklackar på stålrör	52
4.2.7	Övriga rördelar	53
4.3	Ventiler	54
4.3.1	Inledning	54
4.3.2	Restriktioner för material	54
4.3.3	Konstruktion och beräkning	55
4.3.4	Tillverkning	59
4.3.5	Dokumentation	59
4.4	Pumpar	61
4.4.1	Inledning	61
4.4.2	Restriktioner för material	61
4.4.3	Konstruktion och beräkning	62
4.4.4	Vibrationer och balansering	63
4.4.5	Tillverkning	63
4.4.6	Dokumentation	63
4.5	Värmeväxlare	66
4.5.1	Inledning	66
4.5.2	Restriktioner för material	66
4.5.3	Konstruktion och beräkning	66
4.5.4	Tillverkning	68
4.5.5	Dokumentation	68
4.6	Processmätutrustning	71

4.6.1	Inledning.....	71
4.6.2	Konstruktionskrav för vissa komponenter	71
4.7	Tryckkärl	72
4.7.1	Inledning.....	72
4.7.2	Konstruktion	72
4.7.3	Anslutningar	72
4.7.4	Tätning utförande	73
4.7.5	Hållfasthetsberäkningar.....	73
4.7.6	Dokumentation	73
4.8	Upphängningar.....	75
4.8.1	Inledning.....	75
4.8.2	Restriktioner för material	75
4.8.3	Konstruktion och beräkning	75
4.8.4	Tillverkning	78
4.8.5	Dokumentation	78
4.9	Öppna cisterner.....	79
4.9.1	Konstruktion	79
4.9.2	Beräkning.....	79
4.9.3	Märkning	80
4.9.4	Dokumentation	80
4.10	Interndelar i reaktortryckkärl och ånggeneratorer	82
4.10.1	Restriktioner för material till interndelar i reaktorn.....	82
4.10.2	Konstruktion	82
4.10.3	Dokumentation	82
4.11	Rörbrottsförankringar	83
4.11.1	Inledning.....	83
4.11.2	Material	83
4.11.3	Konstruktion	83
4.11.4	Beräkning.....	84
4.11.5	Tillverkning	84
4.11.6	Dokumentation	85
5	REPARATION AV INSTALLERAD ANORDNING	86

BILAGOR:

- Bilaga 1 EVENT CATEGORIZATION, ANSI/ANS-52.1-1983
- Bilaga 2 TABLE 3-6 i ANSI/ANS-52.1-1983
- Bilaga 3 Oxidlikare
- Bilaga 4 Täthetsklassning

SPECIFIKATIONER KOPPLADE TILL TBM:

- Bilagor TSM-Specifikationer:
- Rörledning, S-TSM 101 och E-TSM 101
- Ventil, E-TSM 102
- Reglerventil, E-TSM 103
- Säkerhetsventil, E-TSM 104
- Pump, E-TSM 106
- Värmeväxlare, E-TSM 107

REVISIONSFÖRTECKNING – TBM

Utgåva	Ändringsorsak	Berörda sidor	Datum
2	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 erfarenheter och synpunkter från tillståndshavarna och SAQ Kontroll AB Kärntekniks granskning av utgåva 1.	Uppdatering av hela dokumentet	1997-05-01
3	Uppdatering på grund av erfarenheter och synpunkter från tillståndshavarna		1999-11-01
4	Genomgripande uppdatering på grund av SKIFS 2000:2 samt synpunkter från tillståndshavarna.	Till stora delar helt omarbetad	2001-04-01
5	Genomgripande uppdatering på grund av SSMFS 2008:13 samt synpunkter från tillståndshavarna.	Uppdatering av hela dokumentet	2008-02-12
6	Genomgripande uppdatering på grund av SSMFS 2008:13 samt synpunkter från tillståndshavarna.	Uppdatering av hela dokumentet	2012-06-21
7	Uppdatering på grund av införande av delar från TBY samt synpunkter från tillståndshavarna.	Uppdatering av hela dokumentet	2015-12-08
8	Införande av delar från TM samt synpunkter från tillståndshavarna.	Hela dokumentet Se markeringar	2021-11-01

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Föreliggande "Tekniska bestämmelser för mekaniska anordningar", TBM, är ett av de svenska kärnkraftföretagen gemensamt framtaget tillämpningsdokument och utgör en gemensam tolkning för att uppfylla

- kraven i de av SSM utgivna föreskrifter SSMFS 2008:13
- kraven, vid konstruktion och tillverkning av trycksatta anordningar, i de av Arbetsmiljöverkets utgivna föreskrifter AFS 2016:1 och AFS 2016:2 för styrning av AK:s medverkan nyttjas AFS 2017:3
- tillståndshavarnas krav

Bestämmelserna kan också användas som vägledning, för utrustning och arbeten som inte omfattas av angivna tillämpningsområden.

TBM och övriga PAKT-dokument skall återkommande uppdateras. Vid revidering arbetas nya normer och vunna erfarenheter in i dokumenten.

1.2 Syfte och användning

Dessa tekniska bestämmelser, TBM, avser att klarställa och uttolka krav som ställs på nya och modifierade mekaniska anordningar som skall installeras i svenska kärnkraftverk. Krav utöver TBM anges i anordningens kravspecifikation.

TBM behandlar ej krav som relaterar till systemnivå och anläggningsnivå, till exempel redundans och diversifiering.

TBM skall användas tillsammans med de kraftverksgemensamma kvalitetsbestämmelserna KBM.

Då mekaniska anordningar som omfattas av TBM även innehåller elektriska delar, skall TBE och KBE användas tillsammans med TBM och KBM.

Tillståndshavarna skall använda TBM vid upphandling, konstruktion, tillverkning, reparation samt installation av mekaniska anordningar.

1.3 Innehåll

Kapitel 1 som beskriver bakgrund, syfte, användning och innehåll i TBM.

Kapitel 2 beskriver tillämpningsområde för TBM, ger definitioner, beskriver klassningsförfarandet i svenska kärnkraftverk samt ger en handledning vid framtagande av konstruktionsförutsättningar för mekanisk integritet.

Kapitel 3 beskriver generella krav och bestämmelser för material, ytbehandling, konstruktion, tillverkning och installation av mekaniska anordningar.

Kapitel 4 beskriver objektspecifika krav och bestämmelser vilket innebär att tillägg och undantag, från de i kapitel 3 angivna generella kraven och bestämmelserna, redovisas för olika typer av mekaniska anordningar.

Kapitel 5 beskriver krav som ställs vid reparation av installerad anordning.

Kapitel 1,2 och 5 är normalt avsett för tillståndshavaren medan tillämpliga delar av kapitel 3-4 normalt ingår i det underlag som skickas till en leverantör.

2 ALLMÄN DEL

2.1 Tillämpningsområde

De kärntekniska anläggningar som omfattas av dessa bestämmelser är:

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

De tekniska bestämmelserna gäller för reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader för sådana mekaniska anordningar som täcks in av följande:

- Mekaniska anordningar som ingår i primärsystemet eller i inneslutningsbarriären eller i säkerhets-, drift- och hjälpsystem i kärnkraftsreaktor.
- Mekaniska anordningar som har betydelse för anläggningens säkra drift och som berörs av kravet på personalens skydd mot ohälsa och olycksfall.
- Mekaniska anordningar som har betydelse för anläggningens produktionsförmåga och tillgänglighet.

De tekniska bestämmelserna gäller dock inte för:

- rörliga maskindelar i turbiner, motorer och generatorer,
- lyftanordningar och lyftredskap,
- 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.

De tekniska bestämmelserna kan i tillämpliga delar användas som vägledning för reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader för mekaniska anordningar såsom rörliga och interna maskindelar i pumpar, ventiler, turbiner och generatorer.

De tekniska bestämmelserna gäller inte heller för:

- sådan öppen cistern avsedd för brandfarlig vätska för vilken föreskrifter har meddelats med stöd av förordningen (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.

De tekniska bestämmelserna kan i tillämpliga delar användas som vägledning för reparationer, utbyten samt om- och tillbyggnader för öppna cisterner och rörledningar för brandfarlig vätska.

2.2 Förkortningar, föreskrifter och standarder

2.2.1 Definitioner

För definitioner se tillståndshavarnas gemensamma definitioner, PAKT Definitionslista.

2.2.2 Förkortningar

AFS	Arbetsmiljöverkets Författningssamling
ANSI	American National Standard Institute
ANS	American Nuclear Society
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
BWR	Boiling Water Reactor
CFR	Code of Federal Regulations
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nominell Diameter (se Nominal Pipe Size NPS och SS-EN ISO 6708)
EAM	European Approval for Materials
EN	European Standard
GDC	General Design Criteria
HAZ	Heat Affected Zone
ISA	International Society of Automation
ISO	International Organization for Standardization
KBE	Kvalitets Bestämmelser för Elektrisk utrustning
KBM	Kvalitets Bestämmelser för Mekaniska anordningar
KFM	Konstruktionsförutsättningar för mekaniska anordningar
MSBFS	Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskaps Författningssamling
PED	Pressure Equipment Directive (2014/68/EU)
PMA	Particular Material Appraisal
PWR	Pressurized Water Reactor
RCPB	Reactor Coolant Pressure Boundary
SAR	Safety Analysis Report
SS	Svensk Standard
SSM	StrålsäkerhetsMyndigheten
SSMFS	StrålsäkerhetsMyndighetens Författningssamling
TBE	Tekniska Bestämmelser för Elektrisk utrustning
TBM	Tekniska Bestämmelser för Mekaniska anordningar
TBV	Tekniska Bestämmelser för Ventilationsanordningar
TSM	Tekniska Specifikationer för Mekanisk anordning
VDI/VDE	Verein Deutscher Ingenieure/Verband der Elektrotechnik
WPQR	Welding Procedure Qualification Record (Protokoll över svetsprocedurkvalificering)
WPS	Welding Procedure Specifikation (Svetsdatablad)

2.2.3 Föreskrifter och standarder

Om inte speciell utgåva av standard angetts gäller senaste utgåva alternativt ny standard som ersätter en utgången standard. Tillståndshavaren skall dock alltid godkänna nya standarder.

Nedan anges de föreskrifter, normer och standarder som skall gälla, om annat ej anges i beställning.

Svenska föreskrifter

AFS 2016:1	Tryckbärande anordningar
AFS 2016:2	Enkla tryckkärl
AFS 2017:3	Användning och kontroll av trycksatta anordningar
SSMFS 2008:13	Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om mekaniska anordningar i vissa kärntekniska anläggningar
SSMFS 2008:17	Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om konstruktion och utförande av kärnkraftsreaktorer

Svenska standarder

SS-EN 13445	Tryckkärl
SS-EN 13480	Rörledningar
SS-EN 1993-4-2	Cisterner

Utländska standarder

ANSI/ANS-51.1-1983	ANSI/ANS nuclear safety criteria for the design of stationary pressurized water reactor plants
ANSI/ANS-52.1-1983	ANSI/ANS nuclear safety criteria for the design of stationary boiling water reactor plants
ASME III	ASME BPVC Section III - rules for Construction of Nuclear Facility Components
ASME VIII	ASME BPVC Section VIII - Rules for Construction of Pressure Vessels
EKS	Europeiska konstruktionsstandarder

2.3 Klassning

All utrustning i kärnkraftverk indelas i säkerhetsklasser efter utrustningens betydelse ur kärnkraftsäkerhetssynpunkt. Av tradition baseras denna indelning på amerikansk lagstiftning och normer, dvs. i detta fall 10CFR50, Appendix A, GDC 1. Enligt denna skall konstruktionen av strukturer, system och komponenter vara så utformad att kvalitén svarar mot hur viktiga de aktuella funktionerna är ur säkerhetssynpunkt.

2.3.1 Säkerhetsklass

Indelning i säkerhetsklasser sker med utgångspunkt från risken för radioaktivt utsläpp till omgivningen. Säkerhetsklass 1 betecknar de högsta kraven och säkerhetsklass 4 motsvarar ”konventionella” krav. Indelningen sker enligt reglerna i standarden ANS-52.1 1983 års utgåva för BWR-anläggningar, och ANSI/ANS 51.1 1983 års utgåva för PWR-anläggningar.

Säkerhetsklassningen styr klassningsindelning av mekanisk och elektrisk utrustning. För mekaniska anordningar styr säkerhetsklassningen kvalitetsklassen och för elektrisk utrustning styr säkerhetsklassningen den elektriska funktionsklassen.

2.3.2 Kvalitetsklass

Mekaniska anordningar skall indelas i fem kvalitetsklasser (1-4, 4A). Grundregeln är att en anordning åsätts samma kvalitetsklass som säkerhetsklass. Kvalitetsklassen styr konstruktions-, tillverknings-, installations- och kontrollkrav samt kvalitetssäkringsåtgärder vid om- och tillbyggnader, utbyten och reparationer i anläggningen.

Anordningar klassade NNS (Non Nuclear Safety) enligt ANSI/ANS 51.1 eller 52.1 får antingen kvalitetsklass 4A eller 4, där kvalitetsklass 4A gäller för utrustning som kan innehålla stora mängder radioaktiva ämnen (ytdosrat > 1 mSv/h).

För mekaniska anordningar som inte omfattas av SSMFS 2008:13 (konventionella anordningar) används inte klass 1-4 (eller 4A).

Principerna för indelningen i kvalitetsklasser skall vara säkerhetsgranskade i enlighet med SSMFS 2008:1, 4 kap. 3§. Innan dessa principer får tillämpas skall de vara anmälda till Strålsäkerhetsmyndigheten.

Indelning i kvalitetsklasser framgår av för respektive anläggning gällande flödesscheman och/eller av klassningslistor, baserade på klassningsregler ingående i säkerhetsredovisning (SAR) för respektive anläggning. Gällande regler och principer för kvalitetsklassning är anmälda till och accepterade av SSM för respektive verk.

Vid ändringsarbeten som innebär att nya system eller systemdelar tillkommer, klassas dessa efter regler och principer i säkerhetsredovisning (SAR) för respektive anläggning.

2.3.3 Seismisk klass

Indelningen i seismiska klasser, 1, P eller N, syftar till att högst krav ska ställas på utrustning som behöver vara driftklar under och efter en seismisk händelse. Lägre krav kan tillåtas för utrustning som inte behöver fungera vid en seismisk händelse, men samtidigt inte får skada eller negativt påverka kravställd utrustning. Utrustning som inte faller in under ovanstående kategorier har inga krav med avseende på seismisk händelse.

Indelning i Seismiska klasser framgår av för respektive anläggning gällande klassningslistor, baserade på klassningsregler ingående i säkerhetsredovisning (SAR) för respektive anläggning.

2.3.4 Täthetsklass

Tryckbärande anordningar tilldelas täthetsklass P, S eller K. I system för radioaktiva medier föreligger högre krav på komponenters täthet än vad som regel är fallet vid konventionella anläggningar. Täthetsklassning syftar till att krav på täthet anpassas så att de högsta kraven ställs på system med högt tryck och högt aktivitetsinnehåll vid normal drift eller vid en störning. Täthetsklasserna har definierats av reaktorleverantören ASEA-ATOM, med avsikten att underlätta och styra konstruktionsarbetet så att rätt tätningsutförande väljs.

Indelning i täthetsklasser framgår av för respektive BWR-anläggning gällande klassningslistor, baserade på klassningsregler ingående i säkerhetsredovisning (SAR) för respektive anläggning. För PWR-anläggningar ingår inte täthetsklassning i klassningslistorna utan en anpassad tolkning behöver göras.

Krav på tätningsutförande som funktion av täthetsklass styrs av respektive anläggnings konstruktionsregler vilka baseras på anläggningens ursprungliga systemutformning och konstruktionsprinciper.

2.4 Konstruktionsspecifikationer

2.4.1 Allmänt

Syftet med detta kapitel är att ge en handledning vid framtagande av konstruktions-specifikationer. Det är tillståndshavarens ansvar att ta fram konstruktionspecifikationer.

Konstruktionsspecifikationer är specifikationer av de krav som skall uppfyllas av konstruktionen och ska redovisa förutsättningarna för detaljkonstruktion mek samt uppfylla myndighetskravet att på granskningsbara sätt redovisa åtgärdens omfattning.

Konstruktionsspecifikationen ska ha genomgått säkerhetsgranskning enligt 4 kap. 3 § i SSMFS 2008:1 och de ingående konstruktionsförutsättningarna skall vara anmälda till SSM innan konstruktionsspecifikationen får tillämpas.

Vid alla ändringar av mekaniska anordningar för samtliga kvalitetsklasser i anläggningen som kan leda till förändrade förutsättningar för någon del av anläggningen ska konstruktionsspecifikationer tas fram. Sådana ändringar av mekaniska anordningar som omfattas av kravet på konstruktionsspecifikationer är:

- om- och tillbyggnader
- sådana utbyten där den aktuella systemdelens gällande belastningstillstånd kan påverkas av ersättningsanordningarnas funktion eller konstruktion
- utbyten som berör mer än en begränsad del av ett system
- åtgärder som vidtas för att avlägsna sprickor eller korrosionsangrepp, utan efterföljande reparation av material eller svetsgods

2.4.2 Innehåll

Konstruktionsspecifikationer skall upprättas efter de riktlinjer som anges i SSMFS 2008:13 och ska i tillämplig omfattning innehålla följande uppgifter:

- krav på anordningarnas funktion
- avgränsningar mot andra anordningar inklusive belastningar vid avgränsningen
- konstruktionsförutsättningar (KFM)
- krav på tryckavsäkring
- inre och yttre miljö inklusive eventuell neutronstrålning
- krav på kontroll och provningsbarhet
- klassning (säkerhets-, kvalitets-, seismisk, täthets-, elektrisk funktionsklass)
- specifika materialkrav
- förteckning över standarder och normer, som ligger till grund för konstruktionen. Utgåva skall specificeras
- förteckning över ventiler och förreglingar som under drift skall var låsta i öppet eller stängt läge
- hänvisning till dokument som beskriver kriterier för driftklarhet
- förteckning över aktiva komponenter (komponenter i vilken mekanisk rörelse måste ske för att utföra komponentens kärnsäkerhetsfunktion)
- flödesschema

Konstruktionsspecifikationen bör även innehålla analyser hur ändringen påverkar belastningar på och driftgränser för befintliga anordningar, såväl i aktuellt som i anslutande system.

2.4.3 Anvisningar

Vid framtagande av konstruktionsspecifikationer är det väsentligt att gällande SAR beaktas då denna ger den bakgrund som erfordras för att undvika att kravbilden för den tilltänkta modifieringen kommer i konflikt med de krav som gäller generellt för anläggningen. Varje tillståndshavare har interna instruktioner om hur en konstruktionsspecifikation ska utformas.

2.4.3.1 Gränssnitt

För alla gränssnitt mot befintliga system(-delar) ska krav ställas att alla uppträdande krafter, moment och förskjutningar specificeras, alternativt ska sådan information bifogas så att det under konstruktionsarbetet går att fastställa interaktionen över gränssnittet.

2.4.3.2 Konstruktionsförutsättningar

Anvisningar för konstruktionsförutsättningar finns i TBM kapitel 2.5. Vanligen hänvisas i konstruktionsspecifikationen till separata KFM.

2.4.3.3 Tillverkning

Om särskilda krav ställs på tillverkningsprocessen enligt TBM kapitel 3.3 ska detta framgå av konstruktionsspecifikationen.

2.4.3.4 Provning

Det ska ställas krav i konstruktionsspecifikationen om tryckprovning ska utföras med luft eller gas i stället för med vätska.

Eventuella begränsningar i val av vätska för tryckprovning ska framgå. Vid val av vätska skall beaktas att den inte har någon negativ inverkan samt att den kan användas vid aktuellt tryck och temperatur.

Likasa ska det framgå om särskilda krav ställs vid tryckprovning av expansionsbälgar.

Täthetskrav för spindeltätningar, ventilsäten, flänsförband etc. ska ingå i konstruktionsspecifikationen.

2.4.3.5 Tryckavsäkringar

Sådana komponenter där tryck och samhörande temperatur, antingen statiskt eller i samband med transienter, kan överskrida beräkningsdata skall tryckavsäkras. I konstruktionsspecifikationen skall framgå om krav på tryckavsäkring föreligger samt, om så är fallet, uppgifter om erforderlig avblåsningskapacitet.

2.4.3.6 Särskilda komponentkrav

Om särskilda krav ställs på någon komponent enligt TBM kapitel 4, ska detta framgå av konstruktionsspecifikationen.

2.4.3.7 Miljökvalificering

SSMFS 2008:17 17§ ställer krav som innebär att byggnadsdelar, system, komponenter och anordningar som ingår i säkerhetssystem ska vara miljökvalificerade. Av tillståndshavarens instruktioner för miljökvalificering framgår vilka komponenter som är berörda och i de fall miljökvalificeringskrav ställs, ska detta framgå av konstruktionsspecifikationen.

2.5 Konstruktionsförutsättningar

2.5.1 Allmänt

Konstruktionsförutsättningar (KFM) är en beskrivning av signifikanta belastningar och belastningskombinationer med acceptanskriterier för en unik systemkonfiguration till exempel ett rörsystem med upphängningar. En KFM skall innehålla tillräcklig information för att kunna utföra en strukturell mekanisk verifiering.

Varje verk skall ha en instruktion som alltid skall följas när KFM för mekaniska anordningar tas fram och uppdateras. Finns det avvikelser mellan det som står i detta avsnitt angående konstruktionsförutsättningar och verkets KFM instruktion så är det verkets KFM instruktion som är styrande och gällande.

Nedanstående avsnitt är en grov översikt för framtagande av KFM med avseende på mekanisk integritet för mekaniska anordningar. Kraven på **mekanisk integritet** är baserade på normer och syftar till att tryck- och kraftbärande komponenter skall tåla tryck och övriga laster utan brott eller läckage. Den kvalitetsklass en komponent tillhör styr de normer som skall användas vid analys av den mekaniska integriteten. Även krav på aktiv och passiv funktion hos en komponent påverkar utvärderingen.

Styrande för de anvisningar som ges i detta delkapitel har varit SSMFS 2008:13, där det i 4 kap. 4 § sägs:

Vid ändringar i en anläggning som berör mekaniska anordningar genom:

- om- och tillbyggnader
- sådana utbyten där den aktuella systemdelens gällande belastningstillstånd kan påverkas av ersättningsanordningarnas funktion eller konstruktion
- utbyten som berör mer än en begränsad del av ett system
- åtgärder enligt 2 §

skall konstruktionen och utförandet vara baserade på aktuella konstruktionsspecifikationer, vilka skall vara säkerhetsgranskade i enlighet med 4 kap. 3 § i SSMFS 2008:1.

Innan konstruktionsspecifikationerna får tillämpas skall de däri ingående konstruktionsförutsättningarna vara anmälda till Strålsäkerhetsmyndigheten.

I Allmänna råd om tillämpningen av SSMFS 2008:13 görs flera hänvisningar till ASME III.

Även om hänvisningen till ASME III endast är rådgivande har det valts att följa större delen av det upplägg som ASME III avsnitt NCA-2140 Design Basis, appendix B föreskriver vid framtagande av konstruktionsförutsättningar för mekanisk integritet. Anledningen är att man av tradition följer ASME III vid kvalificerade utvärderingar.

I de fall då utvärdering skall ske enligt annan norm är fortfarande ASME:s arbetsgång, vid framtagande av konstruktionsförutsättningar för mekanisk integritet, tillämplig.

2.5.2 Inriktning och arbetsgång

Utifrån en tolkning av tillämpliga delar av SSMFS 2008:13 och ASME III kan följande inriktning och arbetsgång ställas upp.

Konstruktionsförutsättningarna för mekanisk integritet skall ange de aktuella belastningar och belastningskombinationer mekaniska anordningar utsätts för. Dessutom skall det ingå uppgifter om vilka påkänningar som kan accepteras.

Vid framtagandet bör följande tillvägagångssätt användas:

- Klarställande av funktionskrav
- Bestämning av tillämpliga driftfall, störningar och haverier
- Framtagning av belastningar och belastningskombinationer
- Bestämning av acceptabla påkänningar

Konstruktionsförutsättningar för den mekaniska integriteten i kvalitetsklass 1, 2, 3, 4 och 4A skall specificera hela omfattningen av beräkningslaster och driftlaster, samt motsvarande acceptabla påkänningar. För mekaniska anordningar som ej har kvalitetsklassats, finns inget föreskriftstyrt krav på framtagning av konstruktionsförutsättningar.

2.5.3 Funktionskrav

Vid identifiering av ett systems laster görs en genomgång av tillgänglig dokumentation såsom SAR systembeskrivningar, klassningslistor, flödesschema, driftrapporter, driftinstruktioner, haveriinstruktioner, transientunderlag, tryckavsäkringsanalyser, rapporterbara omständigheter, omvärldserfarenheter, SSM-beslut etc. Alla dessa dokument ger information om systemets funktion och drift, samt om funktionskrav som finns under olika händelser.

2.5.4 Driftfall

För att kunna avgöra vilka belastningar en anordning utsätts för måste de olika driftfall som berör anordningen bestämmas. I detta ingår de normala tillstånd, störningar och haverier som man anser att anordningen skall klara. För att dessutom kunna bedöma vilka gränser som skall åsättas de olika belastningarna måste det också till varje driftfall ansättas en sannolikhet (lägre sannolikhet för ett driftfall medför att högre gränsvärden kan accepteras, se kapitel 2.5.6).

Ett sätt att beskriva detta är att indela driftfallen i olika händelseklasser. I SSMFS 2008:17 definieras händelseklasser H1-H5 samt restrisker. I ANSI/ANS 51.1 (PWR) samt ANSI/ANS 52.1 (BWR) definieras en uppsättning händelseklasser vilka benämns "Plant Conditions" (PC). Kortfattat kan man säga att H1 och PC1 motsvarar normala

driftsituationer medan högre tillstånd anger störningar eller haverisituationer med sjunkande grad av sannolikhet.

I bilaga 1 ges en sammanställning av sannolikheter för olika H och PC samt en koppling till andra använda händelseklassningar.

I säkerhetsredovisningen för aktuell station skall gällande händelseklassning vara beskriven. Om detta saknas måste relevanta drifttillstånd ställas upp för berörda system baserade på händelseanalyser i aktuell säkerhetsredovisning. Genom utvärdering av detta kan relevanta driftfall ställas upp på system- och komponentnivå.

Exempel på detta är:

- normaldrift (tryck, temperatur, egenvikt)
- pumptransienter (start/stopp)
- ventilmanövrar
- temperaturtransienter
- vibrationer (t.ex. p.g.a. rörbrott eller pooldynamik)
- jordbävning

Varje driftfall skall sedan knytas till relevant anläggningstillstånd eller tilldelas en bedömd sannolikhet.

2.5.5 Belastningar och belastningskombinationer

Belastningar (Loadings) delas in i Beräkningslaster, Driftlaster och Testlaster. I ASME III Appendix B-2121 ges en uppräkningslista av vilka belastningar som skall beaktas.

Vid utvärdering skall belastningar som verkar samtidigt sammanlagras. Detta innebär ofta att en dynamisk last beaktas sammanlagrad med inre övertryck och egenvikt.

2.5.5.1 Beräkningslaster

Beräkningslaster (Design Loadings) delas i sin tur in i beräkningstryck, beräkningstemperatur och mekaniska beräkningslaster. I dessa skall ingå de laster som komponenten skall basdimensioneras för (cykliska eller transienta laster ingår normalt inte), se ASME III avsnitt NCA-2142.1 "Design Loadings".

2.5.5.2 Driftlaster

Utifrån de identifierade driftfallen skall driftlaster (Service Loadings) härledas. Till driftlaster hänförs alla de laster komponenten utsätts för under förutsägbara normala och störda driftssituationer samt tänkbara haverisituationer. Till driftlaster hör tryck, temperatur, mekaniska laster samt deras eventuella cykliska eller transienta förlopp (se vidare ASME III avsnitt NCA-2142.2 "Service Loadings"). Samhörande driftlaster kombineras till belastningskombinationer (Service Loading Combinations) vilket tillsammans med tillhörande händelseklass eller ansatt sannolikhet skall utvärderas mot relevant driftgräns, se nedan.

2.5.5.3 Testlaster

Till testlaster (Test Loadings) hör laster som uppkommer under olika tester av ett system eller en komponent. Analyser av laster vid tryckprovning görs om testet sker med annan systemkaraktäristik än vad som beaktas eller täcks in under beräkningslaster till exempel provtryckning med vattenfyllda ledningar och stämpade upphängningar för ångledningar eller vid höga provningstryck. Laster från andra typer av prov beaktas på samma sätt som driftlaster. Se vidare ASME III avsnitt NCA-2142.3 "Test Loadings".

2.5.6 Acceptabla påkänningar

Acceptabla påkänningar delas in i Beräkningsgränser, Driftgränser och Testgränser (se ASME III avsnitt NCA-2142.4 "Design, Service and Test Limits").

2.5.6.1 Beräkningsgränser

Beräkningsgränser (Design Limits) anger gränsen för beräkningslasten. I de fall driftlaster inte skall analyseras sätts beräkningsgränsen till samma nivå som Service Limits A (se nedan). I annat fall framgår beräkningsgränserna ur de utvärderingsanvisningar som finns t.ex. i ASME III (avsnitt NB, NC, ND, NE, NF eller NG) eller SS-EN 13480 och SS-EN 13445.

2.5.6.2 Driftgränser

Driftgränserna (Service Limits) delas enligt ASME III in i fyra nivåer, Service Limits A, B, C och D. Här motsvarar Limit A gränser som ger de marginaler och säkerhetsfaktorer som krävs för att komponenten skall uppfylla sin specificerade prestanda.

Limit B motsvarar de gränser som ger mindre marginaler och säkerhetsfaktorer jämfört med Limits A men där fortfarande ingen skada på komponenten skall uppstå. Limits C och D motsvarar gränser som ger ytterligare minskning av marginaler och säkerhetsfaktorer och där bestående skador som kräver reparation kan uppstå. Tryckkärlsintegriteten får dock inte vara äventyrad. För kvalitetsklass 4 anordningar kan SS-EN driftgränser (service limits) appliceras.

I nedanstående tabell jämförs ASME och SS-EN.

ASME Service Limit	SS-EN 13480-3 Service Limit
A	Normal
B	Occasional
C	Exceptional
D	

Tabell 2-1. Ungefärlig jämförelse av Service Limits mellan ASME och SS-EN 13480-3

Händelseklass (eller ekvivalenta driftfall inklusive sannolikhet) avgör vilken driftgräns som skall tillämpas. Denna koppling skall finnas beskriven i säkerhetsredovisningen. I bilaga 2 (från ANSI/ANS 51.1 respektive ANSI/ANS 52.1) finns motsvarande koppling beskriven för "Plant Conditions". Där framgår även kopplingen till krav på aktiv och passiv funktion.

I utvärderingen av en komponent enligt t ex ASME III avsnitt NB, NC, ND, NE, NF eller NG tilldelas driftgränserna A - D siffervärden på tillåtna spänningar.

2.5.6.3 Testgränser

Testgränser (Test Limits) anger gränser för de tester som skall utföras. I utvärderingen av en komponent enligt t.ex. ASME III avsnitt NB, NC, ND, NE, NF eller NG tilldelas testgränser siffervärden på tillåtna spänningar.

3 MATERIAL, KONSTRUKTION OCH TILLVERKNING

3.1 Material

Allmänna krav på kvalitetssäkring, föreskrivna behörigheter och krav på provning och kontroll återfinns i tillståndshavarens kvalitetsbestämmelser, KBM.

Väl beprövade och dokumenterade material ska alltid väljas. Om alternativa normer, standarder eller specifikationer önskas användas ska dessa godkännas av tillståndshavaren före tillämpning och ge minst likvärdig kvalitet.

Material och formvara ska kontrolleras och provas, och resultatet ska redovisas i intyg enligt kraven i KBM.

Märkning av material ska utföras på ett sådant sätt att märkningen blir varaktig utan att påverka funktion eller materialegenskaper.

Det åligger tillverkaren att svara för det detaljerade valet av materialstandard eller materialspecifikation i varje enskild konstruktion samt att detta står i överensstämmelse med de krav, riktlinjer och restriktioner som specificeras nedan.

Tillståndshavaren ska bedöma och godkänna, alternativt underkänna, de av tillverkaren föreslagna materialvalen.

Exempel på material som kan användas i tryckbärande konstruktioner är metalliska tryckkärlsnormerade material enligt EN eller ASME Section II.

För material som ej finns upptaget i harmoniserad EN-standard kan särskilt PMA/EAM användas.

Generellt gäller för material de krav, begränsningar och restriktioner som anges i respektive materialstandard/materialspecifikation med tillhörande tekniska leverans- och kontrollbestämmelser. Även nedanstående restriktioner och begränsningar ska beaktas för angivna materialgrupper.

3.1.1 Kobolt

Det mesta av den strålning som finns i kärnkraftverken orsakas av den mycket långlivade koboltisotopen Co-60. Kobolt härrör från kobolthaltiga konstruktionsmaterial som slits, korroderar eller bearbetas till slipdamm. Sådana korrosions- eller bearbetningsprodukter sprids med reaktorvattnet in i härden där de aktiveras. Därefter vandrar de åter ut i systemen och avsätter sig i olika komponenter som synnerligen besvärliga strålkällor. För att minimera kollektivdoserna måste nedan ställda krav uppfyllas:

Kobolthalten får ej överstiga 0,05 % i reaktortank eller dess interna delar. Detta gäller även för större ytor ($>10 \text{ m}^2$) utanför reaktortanken om ytorna utsätts för vatten som därefter kan komma in i reaktortanken, utan att först passera jonbytare.

För ytor $\leq 10 \text{ m}^2$ gäller att kobolthalten ej får överstiga 0,20 % i komponenter, som kommer i kontakt med vatten som kan komma in i reaktorn utan att först passera jonbytarfilter.

För hårdbeläggning i ventiler kan en viss ökad kobolthalt accepteras efter godkännande av tillståndshavaren. Se kap. 4.3.2.2.

För material ingående i system vars vatten ej kan komma in i reaktorn ställs inga krav på kobolthalten.

3.1.2 Silver

Silverisotoperna Ag-108 och Ag-110m medför liknande radiologiska problem som koboltisotopen Co-60 och antimonisotopen Sb-124. Förutom att silver ökar dosen i anläggningen, är nukliderna svåra att filtrera vilket medför ökade utsläpp. Silver finns bl.a. i vissa packningar. Silver får endast användas efter tillståndshavarens godkännande.

3.1.3 Antimon

Antimonisotopen Sb-124, medför liknande radiologiska problem som koboltisotopen Co-60 och silverisotoperna Ag-108 och Ag-110m. Antimon används som tillsats i bly-, koppar-, tenn- och zinklegeringar för att öka hårdheten. Kända källor till antimon är pumplager, packningar och tätningsflätor till ventilspindlar. Antimon får endast användas efter tillståndshavarens godkännande.

3.1.4 Aluminium och Zink

I reaktorinneslutningar ska Aluminium och Zink eller legeringar innehållande dessa ämnen undvikas på grund av att vid korrosion så avger de vätgas. Om det inte är möjligt att undvika dessa ämnen ska tillståndshavaren först ge sitt godkännande för att använda dem.

3.1.5 Kolstål och låglegerade stål

Mikrolegerade stål får ej utan tillståndshavarens godkännande användas i processystem oavsett drifttemperatur. För övriga stålkonstruktioner gäller samma krav i de fall där dessa långvarigt är utsatta för temperaturer över 100 °C.

För stål som ska svetsas får kolhalten ej överstiga 0,23%, svavelhalten ej överstiga 0,030% och fosforhalten ej överstiga 0,035%.

3.1.6 Martensitiska och martensit-austenitiska stål

På grund av sämre svetsegenskaper får martensitiska och martensit-austenit stål inte användas utan tillståndshavarens godkännande, vilket även gäller utskiljningshårdade martensitiska stål (PH-stål).

Alla martensitiska stål uppvisar viss benägenhet för väteförsprödning. Vid användning i reaktorvatten över 100°C skall därför hårdheten hos dessa material begränsas till maximalt 300HV. För specifika krav gällande ventilspindlar och pumpaxlar se kap. 4.3.2.1 och 4.4.2.1.

3.1.7 Ferritiska och ferrit-austenitiska (duplexa) rostfria stål

Dessa ståltyper får endast användas efter godkännande från tillståndshavaren, samt där det anges i TBM.

3.1.8 Rostfritt stål gjutgods

Rostfritt stål gjutgods tillåts ej i tryckbärande komponenter i kvalitetsklass 1 och 2 utan tillståndshavarens godkännande. Där austenitiskt stål gjutgods tillåts ska halten fri ferrit vara 5-20 % och kolhalten får inte överstiga 0,03% i rostfritt stål gjutgods.

3.1.9 Austenitiska rostfria stål

För austenitiska rostfria stål gäller:

- Kornstorlek enligt KBM EP 2-08.
- Alla plastiskt formade rostfria austenitiska stål för vattenburna system med drifttemperatur >100 °C samt övriga rostfria austenitiska stål som beställaren kräver ska uppfylla krav på sprickfrihet efter IK-test enligt SS-EN ISO 3651-2 Metod A, B eller C, alternativt enligt ASTM A262/E. Korrosionskrav enligt KBM EP 2-07.
- Materialet ska levereras i släckglödgat tillstånd
- I system innehållande ånga eller vatten med drifttemperatur över 100°C får utskiljningshärdat material inte användas (exempelvis 1.4980/SS 2570).

I PWR-anläggningar gäller:

- I system innehållande ånga eller vatten med drifttemperatur över 100°C får kolhalten ej överstiga 0,03 %. Detta gäller även titan- eller niobstabiliserat material.
- För övriga detaljer gäller kolhalten max 0,05 %.

I BWR-anläggningar gäller:

Kvalitetsklass 1-3:

- Molybdenhalten i plastiskt format stål ska vara minst 2 %.
- I system innehållande ånga eller vatten med drifttemperatur över 100°C får kolhalten ej överstiga 0,030 % för FKA och 0,02 % för OKG.
- I system innehållande vatten med drifttemperatur under 100°C får kolhalten ej överstiga 0,05 %.
- För övriga detaljer i torr miljö gäller angiven materialstandard.

Kvalitetsklass 4A och 4:

- I system innehållande ånga eller vatten med drifttemperatur över 100°C får kolhalten ej överstiga 0,030 %.
- I system innehållande vatten under 100°C gäller krav på maximal kolhalt enligt angiven materialstandard.

3.1.10 Nickelbaslegeringar av typ NiCrFe

Nickelbaslegeringar accepteras med följande restriktioner:

- Kolhalten får ej överstiga 0,05 %
- Alloy X-750 får endast användas i värmebehandlat tillstånd. Värmebehandling skall vara upplösningsbehandling vid $1080 \pm 15^{\circ}\text{C}$ och en hålltid på 1 till 2 timmar. Kylning genom vatten- eller oljehärdning. Utskiljningshärdning vid $715 \pm 15^{\circ}\text{C}$ i 20 timmar och luftsvälg
- Svetsning får inte göras mot utskiljningshärdate NiCrFe-legeringar typ Alloy X-750/A-718 utan tillståndshavarens medgivande
- Kallbearbetning får endast ske då det av tillverkningsmässiga skäl ej går att undvika. I sådana fall kan en kallbearbetning upp till 3 % tillåtas.

3.1.11 Material för saltvattensystem

För saltvattensystem skall användas titanlegeringar, gummerat kolstål och för saltvatten speciellt utvecklade rostfria stål. Austenitiska rostfria stål skall ha en molybdenhalt av minst 6 %. Duplexa rostfria stål skall ha en molybdenhalt på minst 3 %* och en ferrithalt på 30-70%. Sammansättningen skall dessutom uppfylla kriteriet PRE (Pitting Resistance Equivalent) ≥ 37 , där PRE beräknas enligt följande formel: $PRE = Cr + 3,3 \times Mo + 16 \times N$. I vissa komponenter kan även andra material tillåtas efter tillståndshavarens godkännande. För polymerer se kap. 3.1.15.

* För Ringhals gäller att duplexa rostfria stål skall ha en molybdenhalt på minst 4 %.

3.1.12 Material för mellandränage

För mellandränageledningar ska någon av följande eller motsvarande material användas.

- 1.4563 / UNS S08028
- 1.4424 / UNS S31500
- 1.4462 / UNS S32205
- 1.4539 / UNS N08904

3.1.13 Material för skruvar, muttrar och brickor

3.1.13.1 Skruvar, muttrar och brickor i tryckbärande förband

Skruv och mutter ska vara tillverkade av material enligt SS-EN 1515-4 alternativt PMA/EAM eller ASME SA-193 eller ASME SA-194.

Vid tryck till och med 40 bar med temperatur -10°C till 300°C tillåts skruvförband i kolstål i hållfasthetsklass 8.8 enligt SS-EN 1515-4 eller ASME SA-193 Grade B7.

Mutter tillåts i hållfasthetsklass 8 enligt SS-EN 1515-4 eller ASME SA-194 Grade 2H.

Vid tryck över 40 bar eller temperaturer under -10°C eller över 300°C får inte skruv i hållfasthetsklass 8.8 och mutter i hållfasthetsklass 8 användas, alternativt material måste väljas ut enligt SS-EN 1515-4.

Vid tryck till och med 100 bar med temperatur -60°C till 400°C tillåts skruvförband i rostfritt stål i A4-70 enligt SS-EN 1515-4 eller ASME SA-193 Grade B8M Class 1.

Mutter i A4-70 enligt SS-EN 1515-4 eller ASME SA-194 Grade 8M.

Utanför ovan angivna gränser skall alternativt material väljas enligt SS-EN 1515-4.

Efter godkännande från tillståndshavaren kan även A2-70 eller ASME SA-193 Grade B8 Class 1 accepteras för skruv och A2-70 eller ASME SA-194 Grade 8 för mutter. Dock tillåts inte A4-80 eller A2-80.

Om rostfria skruvförband väljs ska risk för skärning beaktas.

Skrubar av austenitiskt rostfritt material med hårdhet överstigande 220 HV får ej vara i direkt kontakt med vatten med en temperatur över 100°C.

Skallskruvar får inte användas vid tryck över 40 bar eller temperatur över 150°C. Vid högre tryckklass eller temperatur skall gängad stång/pinnskruv i ovanstående material användas. För kvalitetsklass 1 skall alltid gängad stång/pinnskruv i ovanstående material användas.

Rundbrickor i såväl kolstål som rostfritt skall ha minst hårdhetsklass 200 HV men vid höga åtdragningsmoment kan högre hållfasthetsklass för skruvförband krävas och därmed även högre hårdhetsklass på brickor.

För specialskravar skall material väljas enligt ASME SA-540 alternativt SS-EN 1515-4.

3.1.13.2 Skruvar, muttrar och brickor i kraftbärande förband

För kraftbärande komponenter kan skruv och mutter i hållfasthetsklass A4-80, A2-80, 8.8 respektive 8 användas.

Om rostfria skruvförband väljs ska risk för skärning beaktas.

Skravar av austenitiskt rostfritt material med hårdhet överstigande 220 HV får ej vara i direkt kontakt med vatten med en temperatur över 100°C.

3.1.14 Tillsatsmaterial för svetsning

Tillsatsmaterial ska vara anpassat till grundmaterialet, provat och dokumenterat enligt KBM EP 3-11/5-11.

För austenitiskt tillsatsmaterial skall egensvetsgodset och det aktuella svetsgodset i avsett svetsförband ha en ferrithalt som ligger inom intervallet 5-15 % med undantag för Nickelbaslegeringar av typ NiCrFe. Kolhalten i austenitiskt tillsatsmaterial får inte överstiga 0,03 %.

Alloy 182 får inte användas utan tillståndshavarens godkännande.

I tabellen nedan anges riktlinjer för val av tillsatsmaterial enligt SS-EN/ISO.

Tabell – Svensk standard för tillsatsmaterial för svetsning, indelning m a p metod och material samt övriga. För indelningsstandarder med en före detta (fd) EN-beteckning är ISO-standarderna en s.k. "cohabitation" där "A-sidan" motsvarar tidigare EN.

SVETS
KOMMISSIONEN

Metod etc	Material	Stål				Övriga material				
	Olegerade och finkorn	Höghållfasta	Varmhållfasta	Rostfria och värmebeständiga	Nickel	Koppar	Aluminium	Gjutjärn	Titan	
MMA	SS-EN ISO 2560 (fd EN 499)	SS-EN ISO 18275 (fd EN 757)	SS-EN ISO 3580 (fd EN 1599)	SS-EN ISO 3581 (fd EN 1600)	SS-EN ISO 14172	ET		SS-EN ISO 1071	ET	
MIG/MAG	SS-EN ISO 14341 (fd EN 440)	SS-EN ISO 16834 (fd EN 12534)	SS-EN ISO 21952 (fd EN 12070)	SS-EN ISO 14343 (fd EN 12072)	SS-EN ISO 18274	SS-EN ISO 24373 (fd EN 14640)	SS-EN ISO 18273		SS-EN ISO 24034	
TIG	SS-EN ISO 636 (fd EN 1668)									
Tråd-, rör- & bandedelektroder för pulverbägs svetsning	SS-EN ISO 14171 (fd EN 756)	SS-EN ISO 26304 (fd EN 14295)	SS-EN ISO 24598 (fd EN 12070)			ET				
Pulver för pulverbägs svetsning	SS-EN ISO 14174 (fd EN 760)									
Rörelektroder	SS-EN ISO 17632 (fd EN 758)	SS-EN ISO 18276 (fd EN 12535)	SS-EN ISO 17634 (fd EN 12071)	SS-EN ISO 17633 (fd EN 12073)	ET			SS-EN ISO 1071	ET	
Gassvetsning	SS-EN 12536 (ISO 'saknas')	ET	SS-EN 12536 (ISO 'saknas')	ET						
Skyddsgas	SS-EN ISO 14175 (fd EN 439)									
Generell produktstandard	SS-EN 13479									
Kvalitetskrav för tillverkning etc	SS-EN 12074									
Tekniska leveransbestämmelser	SS-EN ISO 544									
Anskaffning	SS-EN ISO 14344									
Typkontroll	SS-EN 14532-1 & -3					ET	SS-EN 14532-2	ET		
Provningsmetoder	SS-EN ISO 15792-1, -2 & -3 (fd EN 1597-1, -2 & -3)									
Påsvetsgods för kemisk analys	SS-EN ISO 6847					ET		SS-EN ISO 6847	ET	
Ferritnummer	ET			SS-EN ISO 8249	ET					
Hydrogenhalt	SS-EN ISO 3690			ET						
Fuktbeständighet belagda elektroder	SS-EN ISO 14372			ET						
Utbyte och småttal	SS-EN 22401 (eller SS-ISO 2401)					ET		SS-EN 22401 (eller SS-ISO 2401)	ET	
ET = Ei tillämpligt										

ET = Ej tillämpligt

3.1.15 Plast och gummi

Halogenbaserade material som fluorgummi, kloropren, kloreten, sulfongummi, teflon och PVC får inte användas i kärnkraftverk utan tillståndshavarens godkännande. Halogenfri plast och gummi används främst i tätningselement, O-ringar, kabelisolering och havskylvattenrör.

För polymerer som kommer i kontakt med högtemperaturvatten ($\geq 100^{\circ}\text{C}$) gäller ett krav på i vatten högsta lakbara halt av klorid och fluorid på sammanlagt 150 mg/kg.

Tillståndshavaren ska specificera användningsområde och miljö samt arbetstemperatur. Beroende på komponentens funktion skall hänsyn även tas till förväntad stråldos och temperatur efter ett eventuellt haveri.

Utförlig materialspecifikation skall avkrävas leverantören. Polymermaterial åldras, speciellt vid förhöjda temperaturer och vid bestrålning, varför tillverkaren ska rekommendera bytesintervall för komponenten ifråga.

Polymera material påvisar olika tålighet mot strålning. Flourplast (PTFE, tex. Teflon) är den mest strålningskänsliga plasten och får inte utsättas för större total stråldos än $5 \cdot 10^2$ Gy. Även polyacetaler (tex. Delrin) är känsliga för gammastrålning, vilket bör beaktas i fall där strålningsnivåerna kan förutses vara höga.

Peroxidvulkat gummi visar generellt högre tålighet mot temperatur och strålning än svavelvulkat gummi.

Plaströr bör endast användas i kvalitetsklass 3, 4A och 4 där mediet är havsvatten, industrivatten eller totalavsaltat vatten. Material som kan användas i sådana system är de plaster som finns förtecknade i Tryckkärlsstandardiseringens plaströrledningsnormer, PRN1988.

Plaströrledningar skall konstrueras, tillverkas, monteras, kontrolleras och provas enligt PRN1988. Alternativt kan SS-EN 13067 eller EWF581 användas för certifiering av svetsare. Procedur för svetsningens utförande ska finnas.

Rörledningar får inte monteras på ett sådant sätt att de riskeras utsättas för brand.

3.1.16 Packningsmaterial

Material i mekaniska axeltätningar ska väljas i samråd med tillståndshavaren.

I packboxar ska expanderad grafit användas såvida ej annat specificeras av tillståndshavaren. Även fyllnadsmaterial i spirallindade packningar och sträckarmerade packningar ska utgöras av expanderad grafit.

Grafit får emellertid inte användas i system som kan komma i kontakt med havsvatten, pga ökad risk för galvanisk korrosion på närliggande utrustning.

Summan av de i vatten vid 100°C lakbara halterna av klorid, fluorid, sulfat och antimon får inte överstiga 150 mg/kg och för packningar av ren grafit 50 mg/kg.

Asbest får inte användas i anläggningen.

Gummibundna fiberpackningar får användas enligt tillverkarens rekommendationer, men packningsmaterial ska godkännas av tillståndshavaren.

Packningar ska vara utförda enligt tillämplig standard ASME B16.20, ASME B16.21, SS-EN 1514-1, SS-EN 1514-2 och SS-EN 14772.

3.1.17 Smörjmedel

Antimon- eller svavelhaltiga smörjmedel som exempelvis molybdendisulfid får ej användas i BWR-vatten eller PWR primärsida. I första hand ska grafitbaserade eller grafitnickelbaserade smörjmedel användas. Smörjmedel som används måste vara klassificerade, godkända och registrerade i kraftverkens kemikaliedatabas. Friktionsvärde för beräkning av klämkraften i skruvförband ska specificeras för smörjmedel.

3.1.18 Termisk isolering

För termisk isolering gäller krav på i vatten högsta lakbara halt av klorid och fluorid som beslutas av tillståndshavaren.

3.2 Konstruktion och beräkning

Konstruktion av tryck- och kraftbärande anordningar med avseende på mekanisk integritet ska ske enligt av tillståndshavaren godkända konstruktionsspecifikationer.

Hållfasthetsberäkningar ska upprättas i en omfattning som anges i nedanstående normer och standarder och dokumenteras i en teknisk rapport. Hållfasthetsanalyserna skall göras mot aktuella KFM:er, se kap. 2.5. Krav på kontroll av beräkningar anges i KBM.

Konstruktion och beräkning av mekaniska anordningar i kvalitetsklass 1, 2 och 3 ska ske efter ASME BPVC, Section III, Subsection NB, NC, ND respektive NF och enligt särskilda konstruktionsregler och krav i TBM kapitel 3 och 4.

Tryckbärande anordningar i kvalitetsklass 4A och 4 med radioaktivt medium skall normalt konstrueras enligt SS-EN 13480 (rörledningar) och SS-EN 13445 (tryckkärl) med tillägg av särskilda konstruktionsregler och krav i TBM kapitel 3 och 4.

Tryckbärande anordningar i kvalitetsklass 4 utan radioaktivt medium skall uppfylla kraven i AFS 2016:1 (PED). Konstruktion och beräkning av dessa anordningar ska normalt ske efter SS-EN 13480 (rörledningar) och SS-EN 13445 (tryckkärl) och enligt särskilda konstruktionsregler och krav i TBM kapitel 3 och 4.

Hur ASME Service Limit Levels skall tolkas för beräkningar enligt SS-EN 13445-3 och SS-EN 13480-3 framgår av tabell 2-1 under kap 2.5.6.2.

Tryckbärande skruvförband i kvalitetsklass 1-3 skall uppfylla ASME III Mandatory Appendix XIII, Article XIII-4000.

Tryckbärande skruvförband i kvalitetsklass 4A och 4 skall uppfylla SS-EN 13480-3 / SS-EN 13445-3.

Tryckbärande anordningar i kvalitetsklass 4A kräver täthetsklass S eller P, medan kvalitetsklass 4 kan använda täthetsklass K. Täthetsklass S och P ställer särskilda krav på flänsförband enligt kapitel 4.1.3, och krav på tätningar i pumpar och ventiler enligt kapitel 4.3 och 4.4. För tätningsutformning vid olika täthetsklasser se bilaga 4.

Tillståndshavaren kan medge att konstruktion av mekaniska anordningar tillhörande kvalitetsklasserna 2, 3, 4A och 4 sker enligt andra regler, normer och anvisningar. Detta förutsätter att en likvärdighetsbedömning tas fram. Det åligger leverantören att skriftligt ansöka om sådant medgivande.

De särskilda regler som ska beaktas för respektive objektspecifika mekaniska anordningar anges under "Konstruktion och beräkning" i kapitel 4.

3.3 Tillverkning och installation

Detta kapitel anger i tillämpliga delar de minimikrav som gäller vid tillverkning, installation och svetsning av kvalitetsklassade mekaniska anordningar. Företag som tillverkar och installerar sådana anordningar ska upprätta och använda av tillståndshavaren godkänt tillverknings- och installationsunderlag. Detta ska uppfylla de krav som ställs i TBM samt övriga krav beträffande konstruktion och utformning i nedan angivna standarder. Men däri angivna regler för kontroll, provning, svetsning och värmebehandling ersätts av bestämmelserna i KBM och TBM.

Tillverkning och installation av mekaniska anordningar i kvalitetsklass 1-3 ska utföras efter ASME BPVC Section III, Subsection NB-, NC-, ND- respektive NF och enligt särskilda krav i TBM/KBM. SS-EN 13445-4 (tryckkärl) och SS-EN 13480-4 (rörledningar) får användas efter godkännande av tillståndshavaren.

Tillverkning och installation av mekaniska anordningar i kvalitetsklass 4 och 4A ska utföras efter SS-EN 13480-4 och SS-EN 13445-4 och enligt särskilda krav i TBM/KBM. Andra standarder som t ex ASME VIII får användas efter godkännande av tillståndshavaren.

Tillverkning av tryckbärande anordningar i kvalitetsklass 4 utan radioaktivt medium ska uppfylla kraven i AFS 2016:1 (PED). AFS 2016:1 används däremot inte för installation utan då gäller SSMFS 2008:13 (KBM).

Tillämpning av PED (2014/68/EU) i kvalitetsklass 4

Standardiserade produkter och komponenter

Tryckbärande anordningar som betraktas som standardiserade produkter och komponenter, till systemdelar i kvalitetsklass 4, vars brister och felfunktion inte kan orsaka utsläpp av radioaktiva ämnen, kan normalt upphandlas helt enligt kraven i AFS 2016:1 (2014/68/EU) såvida inget annat överenskommits.

Eventuella tilläggskrav i KBM och TBM är normalt inte tillämpliga för denna typ av produkter och komponenter. Vid val av material bör dock erfarenheter i TBM beaktas beroende på aktuella miljöförutsättningar.

Produkter utgörs till exempel av tryckkärl, ventiler mm.

Färdiga produkter skall CE-märkas med undantag av produkter enligt 8§ AFS 2016:1.

Komponenter utgörs till exempel av rör och rördelar som rörböj, kona, gavel mm.

Komponenter CE-märks ej individuellt.

Tryckbärande anordningar som tillhör 8§ enligt AFS 2016:1 skall tillverkas enligt "God teknisk praxis". ("Sound Engineering Practice" enligt Article 4 3§ i 2014/68/EU).

Övriga tryckbärande anordningar

Övriga tryckbärande anordningar i kvalitetsklass 4, dvs ej standardiserade produkter och komponenter (stycketillverkning), upphandlas normalt enligt krav och dokumentation i tillhörande Leveransspecifikation / Teknisk specifikation och krav i detaljerat kontrollunderlag baserat på KBM och TBM. Tilläggskrav i KBM och TBM skall normalt tillämpas på dessa komponenter såvida inget annat överenskommits.

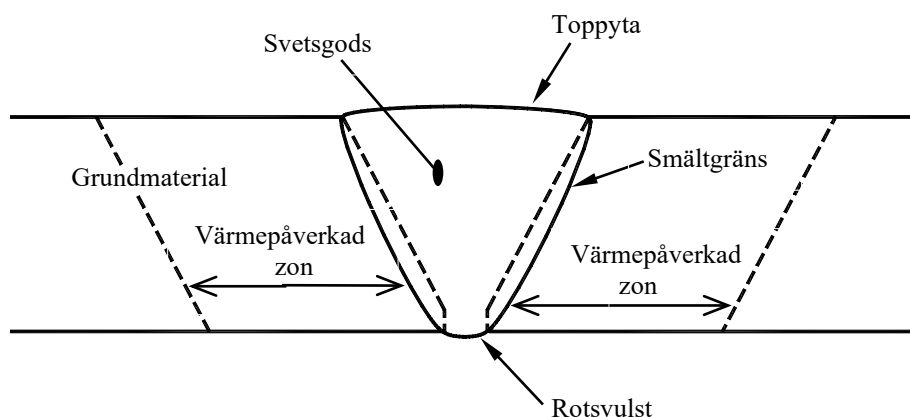
3.3.1 Standarder för svetsning

All svetsning av mekaniska anordningar i kvalitetsklass 1-3, 4 och 4A ska utföras och redovisas enligt krav i KBM kap. 1.6 och i TBM kap. 3.3, med undantag för tillverkning i kvalitetsklass 4, vars brister och felfunktion inte kan orsaka utsläpp av radioaktiva ämnen, där gäller AFS 2016:1 (PED).

3.3.2 Värmepåverkad zon

Termisk skärning ska undvikas i anläggningen men vid behov av termisk skärning ska förvärmning användas där så erfordras. Om termisk skärning används för fogberedning ska fogytan bearbetas så att eventuellt uppkolat material och värmepåverkad zon HAZ helt avlägsnas. HAZ anses vara 5 mm bred räknat från smältgränsen.

Övriga termiskt skurna ytor ska bearbetas så att krav enligt godkänt tillverkningsunderlag uppfylls. Skärsår och andra ytfel får ej förekomma.



Figur 3-1. Värmepåverkad zon, HAZ

Om materialets mekaniska egenskaper menligt påverkas genom någon tillverkningsprocess eller felaktig hantering ska materialet återställas genom värmebehandling enligt av tillståndshavaren godkänd procedur.

Vid anslutning till befintligt system eller anordning ska allt gammalt svetsgods och HAZ avlägsnas. Vid kapning tas normalt dubbla HAZ-avståndet bort.

Vid tätsvets och låssvetsning kan återsvetsning tillåtas i HAZ.

3.3.3 Krav för tillfälliga svetsar

Under tillverkning och installation får tillfälliga stöd eller andra anordningar svetsas fast under förutsättning att materialet är identifierat, svetsbart och kombinerbart med grundmaterialet. Där stöden suttit ska ytan märkas och därefter kontrolleras med penetrantprovning eller magnetpulverprovning enligt krav i KBM och dokumenteras.

WPS för tillfälliga svetsar ska vara godkända på samma sätt som för permanenta svetsar.

3.3.4 Krav vid hantering av rostfritt stål och nickelbaslegeringar

Austenitiskt rostfritt material skall hanteras helt separerat och utan kontakt med kolstål och låglegerade stål, för att undvika kontamination.

Enbart handverktyg, fil och putsmaterial, rostfria stålborstar etc. som är avsedda för arbete i rostfritt stål och nickelbasmaterial får användas. Arbetsredskap såsom jigger och fixturer ska vara beklädda med rostfritt material i sådan omfattning att kontakt med andra material typ kolstål, koppar, brons, bly och zink inte förekommer.

Dessutom gäller:

- Produkter och komponenter skall ha en renhet som specificeras av tillståndshavaren.
- Koncentrationen av fluorid, klorid och sulfat skall hållas så låg som möjligt och enligt gränsvärde som specificeras av respektive tillståndshavare.
- Omsorg skall ägnas åt att förhindra försmutsning med Halogener samt kolstål, koppar, zink, bly och andra tungmetaller.
- För blästring föredras rena glaskulor som ej har använts för blästring av annan typ av material. Om annat blästermaterial används måste det godkännas av tillståndshavaren.
- Stålborstar skall utgöras av material i samma materialgrupp och får ej ha använts för rengöring av annat material.
- För utvändiga, icke medieberörda ytor tillåts ett begränsat antal små färgfläckar, rostfläckar och rester av färgmärkning.
- Ska ej bandas med kolstålsband utan mellanlägg.
- Ska lagras inomhus på rent och torrt underlag.
- Material av austenitiskt rostfritt stål och nickelbaserade material får inte komma i kontakt med emballage, tape etc. innehållande i vatten lakbara halogener.

Slipning och blästring i austenitiskt rostfritt material och nickelbaslegeringar kräver tillstånd av tillståndshavaren, om området kommer i kontakt med primärvatten med en temperatur över 100°C. Putsning eller borstning liksom glasblästring för att avlägsna oxidskiktet är dock tillåtet liksom användande av roterande fil med god skärpa, eftersom detta motverkar att hög ytemperatur uppnås. Roterande stålborstning ska undvikas och får endast användas efter godkännande från tillståndshavaren. Alla arbetsmetoder som används ska vara godkända av tillståndshavaren.

3.3.5 Svetsning

Företag och svetsare knutna till företaget ska inneha behörighet för svetsning enligt krav i KBM. Ett kompletterande arbetsplatsprov ska utföras när tillståndshavaren bedömer det nödvändigt.

Svetsning av tryckkärl och rör $\geq$ DN50 och godstjocklek $\geq$ 6 mm i kvalitetsklass 1 och 2 ska utföras med mekaniserade svetsmetoder, beakta åtkomst för svetsutrustning. Avsteg ska motiveras och godkännas av tillståndshavaren. Kravet gäller ej insvetsning av stutsar och avstickare som är svetsade direkt på huvudröret.

Tillsatsmaterialet ska vara anpassat till grundmaterialet samt provas och dokumenteras i enlighet med kraven i KBM.

Vid svetsning av reaktornära komponenter bör TIG eller MMA användas, men även andra svetsmetoder kan tillåtas, t.ex. plasmasvetsning och lasersvetsning. Manuell gasmetallsvetsning (MIG/MAG) får inte användas för interna delar i reaktor eller i kvalitetsklass 1-3, utan tillståndshavarens godkännande.

För svetsning i utrustning som tillhör kvalitetsklass 4 och 4A utanför reaktortanken krävs inget särskilt godkännande av tillståndshavaren, förutsatt att svetsmetoden är väl beprövad inom kärnkraft. Gassvetsning får ej användas.

Vid metallbågsvetsning med belagd elektrod i låglegerade stål ska basiska elektroder med vätehalt H5 eller lägre användas.

3.3.6 Passning och häftning

Häftsvetsning är tillåten enligt följande:

- Häfta i roten får sitta kvar om den är längre än $2 \times t$, dock min 6 mm om godstjockleken av häftan $< 2,0$ mm och ändarna avtunnas före insvetsning.
- Utförs med rundstav eller brygga och svetsas i fogytan samt avlägsnas med slipning.
- Utförs med clips och svetsas utanför färdig svets på båda sidor. Efter svetsning bortslipas clipsen och ytan provas med penetrant- eller magnetpulverprovning i enlighet med kraven i KBM och dokumenteras.

Kravet på godkänd svetsprocedur och behörighet för svetsning gäller även vid häftsvets.

Vid tillverkning och installation ska gällande mått för kantförskjutning, fasning etc. innehållas enligt SS-EN ISO 5817. Felaktigheter ska påtalas och åtgärdas. Bestående felaktigheter ska dokumenteras och tillställas tillståndshavaren för bedömning, varefter arbetet åtgärdas eller accepteras.

3.3.7 Svetsprocedurer/svetsdatablad (WPS)

Tillverkaren ska upprätta svetsprocedurer (WPS) enligt SS-EN ISO 15609-serien för aktuella svetsoperationer. Svetsprocedurerna ska vara baserade på godkända WPQR (Welding Procedure Qualification Record) enligt tillämplig del av SS-EN ISO 15614 eller SS-EN ISO 15613 samt de tekniska tilläggskrav som tillståndshavaren begär. Svetsprocedurerna ska godkännas av tillståndshavaren.

3.3.8 Speciella krav på svetsförband

Färdig svets i tryck- och kraftbärande delar ska med avseende på yttre diskontinuiteter och formavvikelser minst uppfylla kvalitetsnivå B enligt SS-EN ISO 5817.

Rör DN<10 får ej ha en rotsvulsthöjd överstigande 10 % av rörets innerdiameter.

Svetsrågen ska ha en ytfinhet Ra 16 µm eller finare när ultraljudprovning ska utföras.

Ytor i anslutning till svetsar som ska ultraljudprovas (se figurer i kap. 4.1.2) får inte ha ojämnheter som tändsår, svetsstänk, färgrester och dyligt.

Påsvetsade ytor i låglegerade material som ska ultraljudas ska ha en ytfinhet som minst motsvarar Ra 16 µm.

Övriga svetsförband ska minst uppfylla fordringar enligt kvalitetsnivå C i SS-EN ISO 5817, för målade produkter se även krav i kap. 3.5.3.

För svetsar i austenitiskt rostfritt material gäller dessutom följande:

Konstruktioner för processmedia ska utföras så att värmepåverkad zon, HAZ, efter svetsning inte placeras i spalt pga risk för spaltkorrosion. Detta avser inte instickssvetsar som utförs enligt kap 4.1.2.

Svetsning ska utföras på ett sådant sätt att sensibilisering minimeras.

Vid svetsning ska alltid skyddsgas användas på rotsidan. Vid insvetsning av svetsklackar eller liknande på utsidan av rör, ska röret skyddsgasspolas alternativt vattenfyllas om godstjockleken är mindre än 12 mm.

Austenitiskt rostfritt stål som svetsas eller kan komma att svetsrepareras får inte slipas utan efterföljande släckglödning, om materialet är avsett för beräkningstemperaturer över 100°C.

Rostfria svetsytor i komponenter till vattenburna processsystem skall med hänsyn till oxider uppfylla kraven enligt oxidlikare "C" enligt bilaga 3. I övriga system kan under vissa omständigheter "D" accepteras.

Mellansträngstemperaturen får ej överstiga 100°C i primärvattensystem med drifttemperatur över 100°C.

Vid installation och nytillverkning av komponenter bör avståndet mellan svetskarvars rågkanter vara minst 150 mm, och aldrig understiga 50 mm.

Betning och passivering får inte utföras utan godkännande av tillståndshavaren.

För svetsförband mellan austenitiska rostfria stål och kolstål respektive låglegerade stål, s.k. blandskarvar, gäller dessutom följande:

Tillsatsmaterial ska alltid användas och spalten i svetsfogen ska vara >1,5 mm. Rotsidan ska polas med skyddsgas.

Svetsning i verkstad och horisontalläge ska eftersträvas.

3.3.9 Svetsreparation av grundmaterial

Material till skruvar och muttrar får ej svetsrepareras.

Plastiskt format material såsom plåt, rör, stång och smide får inte svetsrepareras utan godkännande från tillståndshavaren.

Svetsprocedurer ska kunna redovisas. Svetsreparerade områden ska uppfylla de krav som ställs på grundmaterialet och kontrolleras i enlighet med godkänd detaljerad kontrollplan samt ställda krav i avvikelserapport.

För omfattande svetsreparationer på gjutjärn och stålgiutgods krävs godkännande av tillståndshavaren samt reparationsprocedurer godkända av tillståndshavaren.

En svetsreparation ska betraktas som omfattande om:

- Gjutjärn och stålgiutgods har defekter som kan ge upphov till otäthet under tryckprovning
- Den för svetslagningen urslipade/preparerade håligheten är djupare än 15 mm eller 10 % av godstjockleken eller något fel har större area än 50 cm².

Före svetsreparation gäller följande krav:

- Krav på behörighet för svetsning enligt KBM ska vara uppfyllda
- Leverantören ska inneha svetsreparationsprocedurer enligt respektive fall ovan. Svetsprocedurerna skall godkännas av tillståndshavaren innan dessa används.

Efter svetsreparation gäller följande krav:

- Samtliga svetsreparationer ska dokumenteras
- Ytorna ska efter svetsreparation omsorgsfullt bearbetas så att jämn övergång mot omgivande grundmaterial erhålls
- Material som har svetsreparerats ska värmebehandlas enligt kraven i godkänd materialspecifikation/standard
- Svetsreparerade områden ska uppfylla de krav som ställs på grundmaterialet och kontrolleras i enlighet med KBM.

3.3.10 Reparation av svetsar

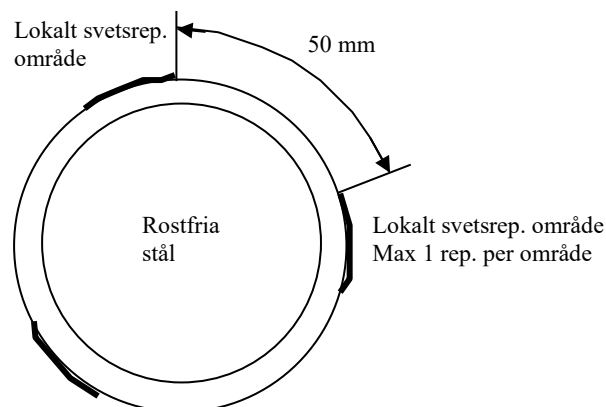
Rostfria stål:

- För en enskild svets, i anordningar med drifttemperatur över 100°C, är det inte tillåtet med fler än tre lokala reparationsområden. Avstånd mellan reparationsområden ska vara 50 mm eller mer.

Vid fler än en reparation i samma område fordras godkännande från tillståndshavaren.

Om fler reparationer ej tillåts ska hela svetsen kapas och fogberedas på nytt, varvid värmepåverkad zon (HAZ) ska avlägsnas.

Gäller även blandskarvar mot låglegerade stål och kolstål.



Figur 3-2. Reparation av svetsar i rostfria stål

Efter svetsreparation gäller följande krav:

- Samtliga svetsreparationer ska dokumenteras
- Material som har svetsreparerats ska värmebehandlas enligt kraven i godkänd WPS/standard
- Reparerade områden ska uppfylla de krav som ställs på svetsfogen och kontrolleras i enlighet med en av tillståndshavaren godkänd detaljerad kontrollplan

3.3.11 Formning och riktning

All formning och riktning ska utföras före slutkontroll, dvs. före okulär- och dimensionskontroll samt oförstörande provning.

Formningsprocedur ska alltid godkännas av tillståndshavaren innan formning utförs. I de fall kvalificering av formningsprocedur krävs, ska också förfarandet godkännas av tillståndshavaren. Procedur och eventuella kvalificeringsrapporter ska också ingå i det underlag som ska granskas av ett ackrediterat kontrollorgan.

Uppgifter angående formning i aktuella materialstandarder och materialtillverkarens rekommendationer ska beaktas.

3.3.11.1 *Procedur för formning*

Tillverkaren ska upprätta procedurer för formning, bockning, invalsnings av tuber samt omfattande riktningsarbeten. Dokumentationen för formningsarbeten ska innehålla följande uppgifter i tillämplig omfattning:

- Typ av formning och riktning t ex kapning, fogberedning, valsning, induktionsbockning och varmriktning
- Typ av material och formvara
- Materialdimensioner
- Arbetsgång, utrustning, renhetskrav före och efter formning
- Materialets formningstemperatur, svalningstemperatur, utrustning för temperaturmätning
- Metodens inverkan på hårdhet, mikrostruktur, resultat vid IK-provning
- Eventuella krav på efterföljande värmebehandling
- Krav på dimension, ovalitet, ytbeskaffenhet och, bestående kalldeformation
- Kontroll av färdigformade detaljer.

3.3.11.2 *Formning av austenitiska rostfria stål och vissa nickelbaslegeringar*

För formning av tryckbärande austenitiska rostfria stål och nickelbaslegeringar av typ NiCrFe i vattenburna system ställs följande krav:

- Materialet ska levereras i släckglödgat utförande. Riktningssvalsat utförande accepteras om deformationen ej överstiger 3% och hårdheten ej överstiger 240 HV
- För rör gäller att deformationen uttryckt i procent är $(100 \cdot D_y)/2R$, där D_y är rörets ytterdiameter och R är rörets medelbockningsradie. Deformationen får ej överstiga 3%. För undantag se tabell 3-2 nedan
- Vid bockning av rör med rördimension $\leq DN40$ skall bockningsradien vara $\geq 3,5 \cdot D_y$
- Material som utsätts för induktionsbockning, varmformning eller varmriktning skall släckglödgas efter formning
- Vid induktionsbockning av austenitiska rostfria stål får inte formningstemperaturen överstiga 1050°C. Släckglödning ska ske efter induktionsbockning

Krav på efterföljande värmebehandling efter kallbockning av austenitiska rostfria rör framgår av nedanstående tabell om kalldeformation överstiger 3%. För mellandränageledning, se kap. 3.1.12, krävs ingen värmebehandling.

Rördimension	Drifttemp. ≤ 100°C	Drifttemp. > 100°C	
		Avstängningsbar del*	Ej avstängningsbar del*
DN < 10	Inget krav	Inget krav	Inget krav
10 ≤ DN ≤ 25	Inget krav	Inget krav	Släckglödning
25 < DN ≤ 40	Inget krav	Släckglödning	Släckglödning

* Med avstängningsbar del avses att ett eventuellt läckage ska kunna isoleras med ventil, utan att driften behöver stoppas.

Tabell 3-2. Krav på värmebehandling efter kallbockning av austenitiska rostfria rör.

3.3.11.3 Formning av kolstål och låglegerade stål

För formning av tryckbärande detaljer av kolstål och låglegerade stål gäller följande:

- Stål som utsätts för mer än 5 % kalldeformation ska normaliseras för att undvika risken för skadlig försprödning.
- Kallbockning av rör och rördelar får ske om medelbockningsradien $R \geq 4 \cdot D_y$ och $DN \leq 50$ (för att undvika risken för skadlig försprödning).

3.3.12 Värmebehandling

Företag som utför värmebehandling efter svetsning ska uppfylla kvalitetskraven i SS-EN ISO 17663

Värmebehandling ska utföras enligt anvisningarna i SS-EN 13480-4, SS-EN 13445-4 eller av tillståndshavaren godkänd procedur. Vid installation mot befintligt system i material 15Mo3/16Mo3 skall behovet av värmebehandling för godstjocklekar $15 \leq t \leq 35$ mm bedömas av tillverkaren och godkännas av tillståndshavaren.

Värmebehandling efter svetsning ska utföras i en omfattning som anges i en av tillståndshavaren godkänd svetsprocedur. Övrig värmebehandling skall ske enligt respektive materialstandard eller enligt en av tillståndshavaren godkänd värmebehandlingsprocedur.

Värmebehandling ska utföras före slutlig kontroll.

I förekommande fall ska procedur för värmebehandling upprättas av tillverkaren och innehålla följande uppgifter i tillämplig omfattning:

- Typ av värmebehandlingsutrustning som ugn och induktionsvärmeanordning
- Typ av temperaturmätning, placering och antal mätpunkter
- Registreringsutrustning för temperatur-tidsförlopp
- Atmosfär, isoleringsmaterial, renhetskrav
- Objektets värmebehandlingsområde avseende temperatur och hålltid
- Uppvärmningshastighet

- Svalningshastighet
- Rutiner vid eventuella avbrott under behandlingen
- Eventuell betningsprocedur.

Kalibreringsprotokoll el dyl. avseende temperaturmätning och laboratorieutrustning ska redovisas.

Uppgifter i aktuella materialstandarden och materialtillverkarens rekommendationer angående värmebehandling ska beaktas.

Värmebehandlingsprocedur ska godkännas av tillståndshavaren innan värmebehandling utförs.

3.3.13 Märkning

Trycksatt anordning skall märkas i tillämpliga delar enligt krav i SSMFS 2008:13 4 kap 12§. Se även krav i KBM EP 2, -4,- 6-09.

Tillverkare av anordningar och anordningsdelar ansvarar för att förväxling av material eller objekt inte kan ske och för att sambandet mellan material och intyg ständigt upprätthålls tills kontroll av färdigtillverkad komponent/komponentdel är utförd och dokumenterad av berörda instanser enligt kontrollplan.

Vid delning av material ska tillverkaren ansvara för att märkning överförs på alla delar.

Märkning av materialdetaljer eller objekt ska utföras på ett sådant sätt att risk för materialförväxlingar minimeras utan att påverka detaljens funktion eller materialets egenskaper. Vid godstjocklekar < 5 mm får trubbig stålstämpel ej användas.

För tryckbärande materialdetaljer som av funktionsskäl inte kan märkas samt för små detaljer där enbart materialidentitetsintyg krävs får styckmärkning ersättas med märkning av förpackning samt hanteras enligt av tillståndshavaren godkända QA-rutiner.

3.4 Vibrationer

Krav ställs på resonans, obalans och vibrationsnivåer.

Dessa ska gälla för säkerhetsrelaterade komponenter i kvalitetsklass 1-3 men också för komponenter i kvalitetsklass 4 och 4A som kräver hög tillgänglighet.

För övriga komponenter kan avsteg från dessa krav göras om leverantörens procedurer och garantier bedöms som tillräckliga.

3.4.1 Resonanser

- Ett komplett pumpaggregat (motor, pump, växel inklusive fundament) skall vara fritt från resonanser som kan påverka driften.
Det innebär att inga resonanser får finnas i områdena ± 10 Hz från varvtalsfrekvensen ($1 \times N$), dubbla varvtalsfrekvensen ($2 \times N$), 1 x bladpassagefrekvensen, 1 x kuggingreppsfrekvensen samt dubbla nätfrekvensen (100 Hz).

3.4.2 Balansering

- Balansering av rotorerna och rotordelar skall utföras enligt ISO 21940-11. Kompletta rotor (exempelvis axel, pumpjul och koppling tillsammans) balanseras till balanseringsklass G2,5. Enskilda rotordelar balanseras, om möjligt, till G1,0 (gäller dock inte om delrotorns massa är mindre än 5% av den sammansatta rotorns massa). OBS! Vid balansering av flexibla rotorerna (första rotorresonansen ligger under driftvarvtalet) skall lågvarvs- och högvarvsbalansering utföras enligt ISO 21940-11 och ISO 21940-12.
- För rotorerna med kilspår utförs balansering med halv kil enligt ISO 21940-32.
- Om kardanaxel används vid balansering skall ett omslagsprov (Index test) redovisas, se ISO 21940-14, kap 5.6.
- Balanseringsplan bör finnas på installerad komponent för att möjliggöra fältbalansering.
- Balanseringsprotokoll skall kunna redovisas av leverantören.

3.4.3 Kast- och passningstolerans

För att avgöra krav på kast och krav på passning för rotorerna och rotordelar i maskiner rekommenderas nivåer enligt G6,3 i Figur 2, ISO 21940-11.

3.4.4 Vibrationsnivåer

Vibrationskraven avser lagervibrationer uppmätta på respektive pump- eller motorenhet. Mätstorheten är vibrationshastighet och presenteras i mm/s RMS. Mätning skall utföras i 3 riktningar, vertikalt, horisontellt och axiellt. Se allmänna krav för mätning ISO 20816-1.

Pumpar:

- För pumpar skall vibrationskrav enligt ISO 10816-7, kategori 1, zon A, uppfyllas.

Elmotorer:

- För elmotorer >15kW skall vibrationskrav enligt ISO 10816-3, zon A, uppfyllas. (Denna norm gäller installerad elmotor i anläggningen).
- Vid fabrikstest av motorer, ej kopplade, gäller krav enligt SS-EN 60034-14, klass B.
- För små elmotorer ≤15kW, skall krav enligt ISO 20816-1 zon A uppfyllas, dock får inte vibrationsnivån överstiga 1,5 mm/s rms.

För att prova och finna eventuella fel som orsakar förhöjda vibrationer skall, om möjligt, vibrationsmätningarna utföras i samtliga tillstånd - kallt, varmt, obelastat och belastat.

Vid renovering av befintliga maskiner tillåts vibrationskraven, enligt ovan normer, sänkas till zon B dvs kraven för "Maskiner under kontinuerlig drift".

3.5 Ytbehandling

3.5.1 Allmänt

Krav i verksspecifik ytbehandlingsinstruktion skall följas.

Tillverkaren skall ha rutiner för rengöring och för renhetskontroll . Tillverkaren skall även redovisa resultat från utförd renhetskontroll.

Hög grad av renhet skall eftersträvas i alla tillverkningsled, vid montage samt i samband med provning, förvaring, emballage och transport. En god renhet under alla tillverkningsled och vid mellanlagring är en förutsättning för att kunna garantera en god slutlig renhet.

Ytor skall vara fria från synliga föroreningar och lösa partiklar. En tunn fläckfri vidhäftande oxidfilm bildad på rena ytor i samband med värmebehandling i olje- eller kolfri atmosfär kan accepteras, liksom även ett mycket tunt rostskikt på kolstålsytor.

Om ej annat anges skall tillverkaren för tillståndshavaren presentera ett program för rengöring, förbehandling och ytbehandling, vilket lämpligen görs innan funktionsprovning eller tryck- och täthetsprovning.

Tryck och täthetsprovning av rörkonstruktioner, ventiler och pumpar m.m. skall vara utförd, enligt kontrollplan, innan ytbehandling utförs.

All ytbeläggning, inklusive korrosionsskydd och temporärt korrosionsskydd (konservering/transporttskydd), skall vara utförd enligt verksspecifik ytbehandlingsinstruktion och med av tillståndshavaren godkända produkter.

Risk för väteförsprödning skall beaktas.

3.5.2 Målnings-, Korrosivitets- och Miljöklasser

Korrosionsskydd av objekt vid kärnkraftverk utgår från olika klassningar enligt nedan.

Målningsklasser:

Klass	Rumsexempel
I	Endast reaktorinneslutningen
II	Utrymmen inom kontrollerad zon
III	Utrymmen utanför kontrollerad zon
IV	Utrymmen med hög luftfuktighet (>90% RH) och ytor helt eller delvis under vatten eller delvis kondenserade inom eller utanför kontrollerad zon
V	Kontorsrum eller liknande
VI	Utomhus

Korrosivitetsklasser enligt SS-EN ISO 12944-2:

C1	Mycket låg
C2	Låg
C3	Medium
C4	Hög
C5	Mycket hög
CX	Extremt hög
Im 1	Sötvatten
Im 2	Salt eller bräckt vatten
Im 3	Jord

Miljöklass enligt Asea-Atoms miljöklasser:

Miljöklass N1

Normal, torr till moderat fuktig inomhusmiljö. Ingen risk för kondensutfällning på målad yta. Korrosivitetsklass C2 enligt SS-EN ISO 12944-2.

Miljöklass N2a

Inomhus på ytor utsatta för radioaktiv kontaminering. Korrosivitetsklass C2 eller C3 enligt SS-EN ISO 12944-2.

Miljöklass N2b

Inomhus på ytor utsatta för radioaktiv kontaminering samt för fukt och kondens. Korrosivitetsklass C4 enligt SS-EN ISO 12944-2.

Miljöklass V

Vatten, oventilerade bergrum osv motsvarande korrosivitetsklass C4, C5, CX eller Im1-3 enligt SS-EN ISO 12944-2.

Miljöklass R1

Reaktorinneslutningens övre och undre primärutrymmen.

Miljöklass R2

Reaktorinneslutningens kondensationsutrymme

Miljöklass U

Utomhus motsvarande korrosivitetsklass CX i Ringhals eller C4 i Oskarshamn och Forsmark enligt SS-EN ISO 12944-2.

3.5.3 Konstruktion och förbehandling

Konstruktionen ska utformas så att förbehandling och applicering av rostskyddsfärg är möjlig att utföra på ett tekniskt riktigt sätt. Rekommendationer i SS-EN ISO 12944-3 Annex A-D skall beaktas. För konstruktioner i mycket aggressiv miljö är utförande Good i SS-EN ISO 12944-3 minimikrav.

Objektet ska kontrolleras och godkännas för målning av sakkunnig innan det lämnas till måleriet.

Tillverkningshandlingarna skall entydigt ange vilka ytor som ska målas.

Krav på förbehandling av obearbetade ytor:

Obearbetade ytor som efter förbehandling skall förses med ytskydd ska uppfylla SS-EN ISO 8501-1 enligt:

Minst rostgrad B för invändiga ytor i tankar eller objekt som tillhör målningsklass IV.

Minst rostgrad C för övriga ytor.

Krav på yta som ska målas:

Ytan ska vara ren, även från klorider och sulfater och jämn dvs inget svetslagg, skarpa kanter och grader etc. Svetsar ska vara fria från diskontinuiteter.

För objekt i målningsklass IV ska ytan uppfylla förbehandlingsgrad P3 och svetsar kvalitetsnivå B, för övriga målningsklasser gäller förbehandlingsgrad P2 och kvalitetsnivå C enligt SS-EN ISO 8501-3 resp. SS-EN ISO 5817.

Intermittent svets tillåts inte för objekt i målningsklass IV.

3.5.4 Målning

Rekommendationer från färgtillverkaren skall följas om ej annat anges i verksspecifik ytbehandlingsinstruktion eller i datablad för behandlingstyp. Färgtillverkare eller entreprenör får ej ändra gällande anvisningar utan kemigodkännande enligt tillståndshavarens kemi och miljöavdelning. Målning av fästelement skall undvikas.

3.5.4.1 Leverantörs standardmålningssystem

Respektive tillståndshavare ska tillhandahålla ett kravdokument med godkända färgsystem.

Leverantörers standardmålning kan accepteras beroende på målnings och miljöklass för objektet och utrymmet.

För standardmålade delar och komponenter skall det säkerställas att färgprodukten/färgsystemet klarar av miljön i ett kärnkraftverk.

Ny färgprodukt/färgsystem som ska användas på stålytor måste uppfylla relevanta (beroende på objektets målningsklass) krav, se verksspecifik ytbehandlingsinstruktion t.ex.:

- Max tillåtna halter av vissa ämnen
- Strålningsresistens
- Dekontaminerbarhet
- Resistens mot totalavsaltat vatten
- Brand
- Kemikalier

Generellt får inte färgprodukt/färgsystem vara baserade på klorkautschuk eller polyvinylklorid.

3.5.5 Föorzinkning

Zink och aluminium ska undvikas i reaktorinneslutningar se kap 3.1.4.

Varmförzinkning som alternativ till målade konstruktioner får i viss utsträckning väljas i detaljer som gallerdurk, durkplåt, kabelstegar, ventilationstrummor, stålkonstruktioner utomhus och tunnplåt för portar (i kombination med målning) etc. Varmförzinkning utförs enligt SS-EN ISO1461:2009. Rensverksutrustning som luckor och pumpar bör inte innehålla varmförzinkade delar.

Sprutförzinkning av konstruktioner prövas från fall till fall. Zinkens renhet ska vara 99,99%. I övrigt se SS-EN ISO2063:2005. Inom kontrollerad zon är det olämpligt med sprutförzinkning.

Elförzinkning bör enbart väljas för standardprodukter som erhålls som lagervara och är avsedd för torra utrymmen. Elförzinkning ska uppfylla SS-EN ISO 2081:2008 Service condition 2 och för gängade ståldetaljer SS-EN ISO 4042 eller likvärdig norm. För fästelement bör elförzinkning undvikas. Risk för väteförsprödning föreligger vid elförzinkning.

3.5.6 Gummering

Vid val av gummering av rör och komponenter skall det alltid beaktas om beläggningen är lämplig ur joniserande strålningssynpunkt.

Leverantören skall till tillståndshavaren lämna utförlig specifikation för gummimaterialet och gummeringen för godkännande. Utförandet av gummeringen skall dokumenteras av leverantören (gummeringsföretaget).

Ytor som ska gummeras får ej ha rostgrad sämre än B och uppfylla förbehandling Sa3 enligt SS-EN ISO 8501-1. Ytor som skall gummeras får ej tryckprovas med havsvatten. Tryckprovning av rör och komponenter skall vara utförd innan förbehandling påbörjas. Gummibeläggningens tjocklek skall normalt vara $4 \pm 0,4$ mm.

Tillståndshavaren skall lämna kravbild på maxgränser för utlakade produkter.

3.5.6.1 Temporärt korrosionsskydd

I de fall tillståndshavaren önskar att rör och armatur m.m. temporärt ska korrosionsskyddas (konservering/transportskydd) före leverans, ska tillverkaren presentera ett program för tillståndshavaren. Påverkan på gummidetaljer m.m. ska beaktas.

3.5.7 Lagring och transport

Transport och leverans till anläggningen ska ske under sådana förhållanden och med sådant emballage att risken för skador, korrosion och försmutsning undviks. Speciellt måste stutsar och bearbetade ytor skyddas noggrant. Vid leverans ska komponenten vara fullständigt torr och rengjord om ej annat har överenskommits mellan leverantör och tillståndshavaren. Se kap. 3.5.

Förvaring av målade konstruktioner skall ske i en väl skyddad miljö för optimal kvalitet på målningssystemet erhålls och att kemisk uthärdning sker i en följd. Målade detaljer får ej hanteras om märken kan uppstå. Transport får ej ske innan detaljerna blivit genomtorra (enligt färgtillverkarens datablad) ej heller om miljön vid härdningsförloppet understiger ställda krav. Vid tveksamhet ska beställaren kontaktas.

Alla öppningar ska vara förslutna och avtätade med lämpliga pluggar eller lock av halogenfritt material. Förslutningen ska ske i omedelbar anslutning till renhetskontrollen.

3.6 Dokumentation

3.6.1 Erforderlig dokumentation vid offert

Anbudsgivaren skall ge ett komplett underlag i form av ritningar, broschyrer, handlingar angående kontrollomfattning etc. för att uppfylla den av tillståndshavaren begärda informationen i anbudsförfrågan.

I anbudshandlingarna skall anges om utrustningen i något avseende avviker från kraven i översända TBM och anbudsförfrågan. Anbudshandlingarna skall även innehålla uppgifter om begränsningar av kontrollomfattning eller önskemål att använda andra kontrollmetoder än de som anges i tillståndshavarens översända KBM.

3.6.2 Erforderlig dokumentation före tillverkning

Nedanstående information skall översändas till tillståndshavaren för godkännande:

- Ritningar samt beräkningar i enlighet med kraven i TBM och KBM
- Procedurer för svetsning, formning och värmebehandling
- Kompletterande komponentdata i översänd komponentspecifikation
- Övriga av tillståndshavaren begärda procedurer.

Ritningsunderlaget skall minst innehålla de uppgifter som anges i de objektspecifika bestämmelserna i kapitel 4 och i föreskrivna normer och standarder.

Tillverkaren skall svara för att alla godkända konstruktions- och tillverkningshandlingar listas i ett särskilt dokument, där de godkända handlingarnas dokumentnamn/nummer med gällande revision tydligt framgår. Denna förteckning på gällande konstruktions- och tillverkningshandlingar skall hållas aktuell av tillverkaren under hela tillverkningsprocessen och ingå i slutdokumentationen.

Dessutom skall detaljerat kontrollunderlag översändas till tillståndshavaren i en omfattning som anges i KBM.

4 OBJEKTSPECIFIKA BESTÄMMELSER

4.1 Rörledningar

4.1.1 Allmänt

I de fall leverantören skall svara för detaljkonstruktionen skall denne inkomma med ritningar och godstjockleksberäkningar i enlighet med nedan angivna krav. Samtliga av leverantören framställda tillverkningsritningar och eventuella beräkningar skall godkännas av tillståndshavaren.

Rörledning bör åskådliggöras isometriskt.

Huvuddimensioner, svetsfogberedning, toleranser, korrosionstillägg skall överensstämma med rörspecifikationen och ritningar. Avvikelse fordrar tillståndshavarens skriftliga medgivande.

Rör och rördelar i kvalitetsklass 1 och 2 bör vara sömlösa.

Toleransen på prefabricerade montageenheter skall uppfylla kraven i SS-EN ISO 13920 klass C. Om snävare toleranser krävs framgår detta av tillståndshavarens underlag.

Tolerans för installerad rörledning ska uppfylla ASME III appendix T, om snävare toleranser krävs framgår detta av tillståndshavarens underlag.

4.1.2 Svetsförband

Antal svetsförband skall minimeras.

Svetsfogar i stål bör utformas enligt SS-EN ISO 9692-1 eller enligt tillståndshavarens krav.

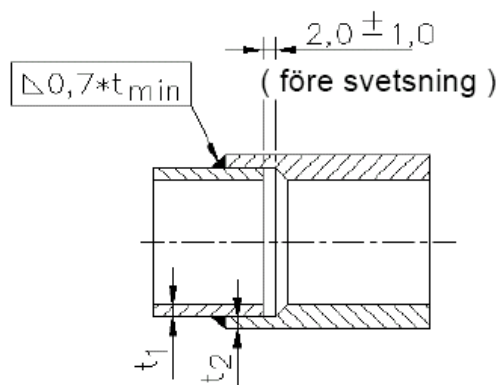
Vid blandskarvar skall en spalt om minst 1,5 mm finnas mellan svetsändarna innan svetsningen påbörjas och svetsningen bör ske i horisontalläge och om möjligt i bänk.

Förekommer buttring vid tillverkning eller montage skall detta framgå av ritning eller WPS.

Om uppmättningsprotokoll för montageskarvar mot befintlig installation bifogats rörspecifikationen skall anslutande rörande anpassas till dessa mått så att tillåten kantförskjutning innehålles.

Instickssvets:

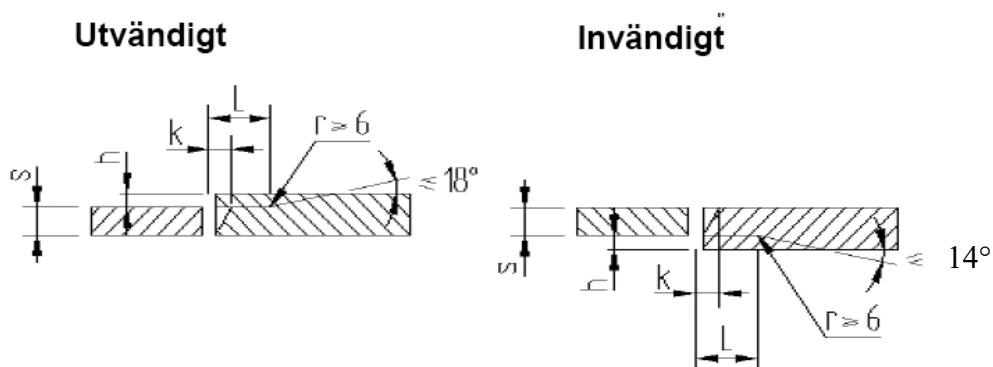
Efter tillståndshavarens godkännande kan instickssvetsar användas. Dessa skall då ha utseendet enligt Figur 4-1.



Figur 4-1. Instickssvets

Kantförskjutning:

Vid svetsning av rundskarvar i kvalitetsklass 1 och 2 skall tillåtna värden för kantförskjutning, fasning etc. uppfyllas enligt Figur 4-2 båda fallen får kombineras.



Figur 4-2. Kantförskjutning vid svets

Tillåten kantförskjutning (mått i mm):

utvändigt	$s \leq 5$	$h \leq 0.5 \cdot s$, dock max 1 mm
	$s > 5$	$h \leq 0.2 \cdot s$, dock max 2 mm
invändigt	$s \leq 5$	$h \leq 0.5 \cdot s$, dock max 1 mm
	$s > 5$	$h \leq 0.05 \cdot (s - 5) + 1$, dock max 2 mm

h = in- och utvändig kantförskjutning

s = tunnaste godstjocklek

k = halva fogbredden

L = avstånd mellan centrum av fog och fasningens början

r = radie mellan fas och L

Då bearbetning krävs, gäller följande mått för objekt som inte omfattas av återkommande kontroll:

- | | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| utvändigt | - | fas $\leq 18^\circ$ |
| | - | $r \geq 6$ |
| | - | $L = k$, om $h \leq 5$ |
| | - | $L \geq k + 10$, i övriga fall |
| invändigt | - | fas $\leq 14^\circ$ |
| | - | $r \geq 6$ |
| | - | $L = 1/2$ spalt, om $h \leq 3$ |
| | - | $L \geq 10$, i övriga fall |

Fasning vid återkommande kontroll:

Då bearbetning krävs (se figur 4-3 – 4-7) skall objekt som omfattas av återkommande kontroll kunna kontrolleras med antingen Puls eko (UT) eller Phase Array (PAUT) enligt de kvalificerade ultraljudsprocedurena. Vilken metod som är aktuell att använda beror på typ av förekommande skademekanism samt material. Val av metod får inverkan på avståndet F i härvid kommande formler vilket medför att den geometriska utformningen får bestämmas från fall till fall.

För fasningar i anslutning till stumsvetsförband ska konstruktionsregler för utvändigt och invändigt fasning uppfyllas (fig 4-3 och 4-5), om ingen annan överenskommelse finns.

I figurena 4-3 – 4-7 ingår följande storheter:

r = radie mellan fas och a-mått eller b-mått

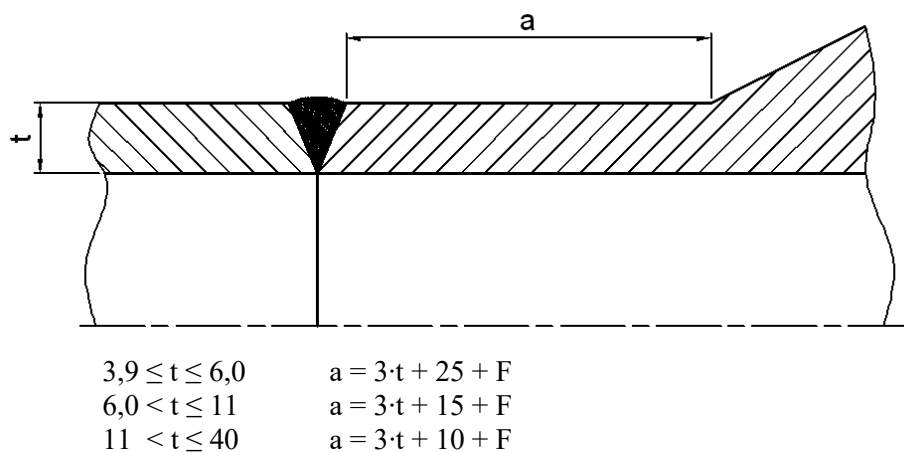
a- och b-mått = nödvändigt avstånd för återkommande kontroll

t , t_1 och t_2 = godstjocklek

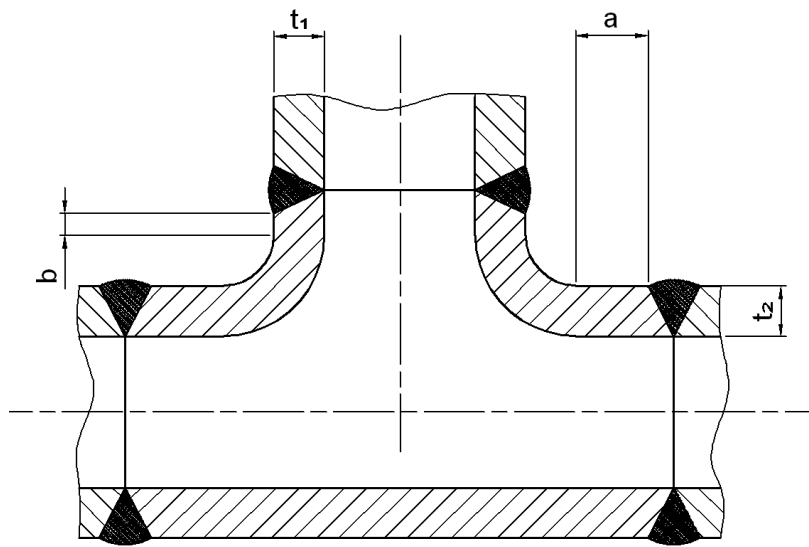
F = avståndet mellan sökarens utpunkt och bakkant (generellt värde 13 mm används)

Då Phase Array används för ultraljudsprovning skall $F=52$ mm om $6,0 < t < 11$, och $F=70$ om $11 < t < 40$.

k = halva fogbredden



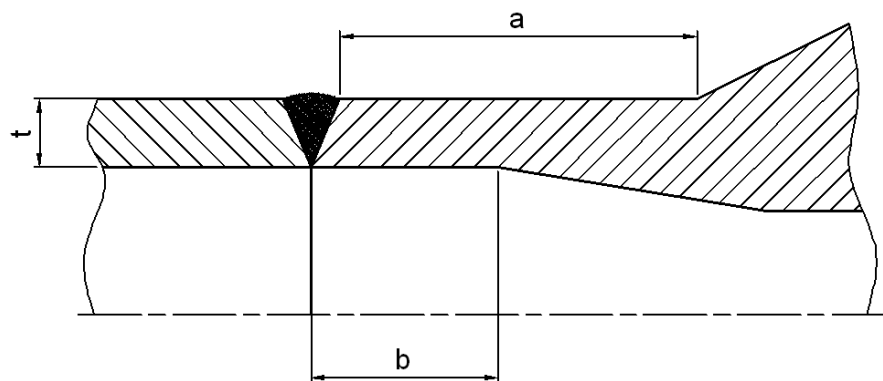
Figur 4-3. Minsta utvändigt fri sträcka från svetsfog



Krav: $\Delta T < 100^\circ\text{C}$

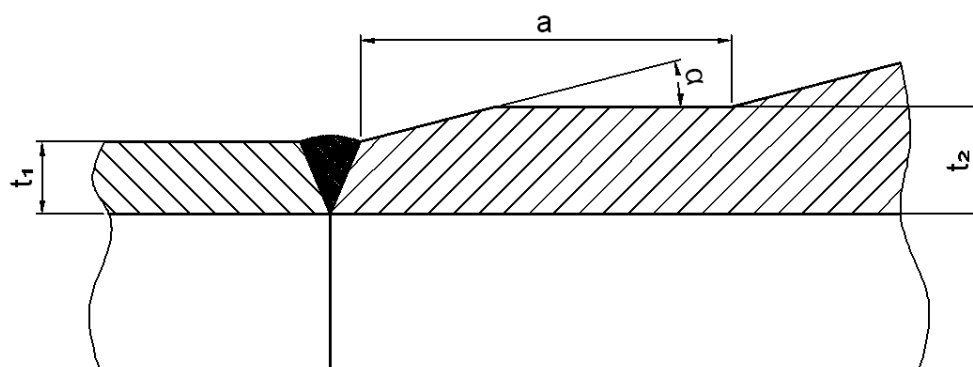
$3,9 \leq t \leq 6,0$	$a = 3 \cdot t_2 + 25 + F$	$b = 3 \cdot t_1 + 25 + F$
$6,0 < t \leq 11$	$a = 3 \cdot t_2 + 15 + F$	$b = 3 \cdot t_1 + 15 + F$
$11 < t \leq 40$	$a = 3 \cdot t_2 + 10 + F$	$b = 3 \cdot t_1 + 10 + F$

Figur 4-4. Minsta fria sträcka vid svetsning av T-rör



$3,9 \leq t \leq 6,0$	$a = 3 \cdot t + 25 + F$	$b = 25 + F$
$6,0 < t \leq 11$	$a = 3 \cdot t + 15 + F$	$b = 15 + F$
$11 < t \leq 40$	$a = 3 \cdot t + 10 + F$	$b = 10 + F$

Figur 4-5. Minsta invändig fri sträcka från svetsfog



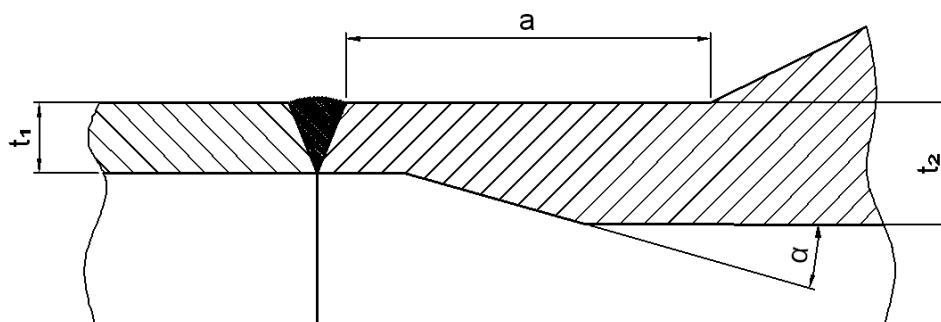
Krav: $\alpha \leq 18^\circ$

$$3,9 \leq t_1 \leq 6,0 \quad a = 3 \cdot t_2 + 25 + F$$

$$6,0 < t_1 \leq 11 \quad a = 3 \cdot t_2 + 15 + F$$

$$11 < t_1 \leq 40 \quad a = 3 \cdot t_2 + 10 + F$$

Figur 4-6. Max utvändig fasvinkel direkt vid svetsfog



Krav: $\alpha \leq 14^\circ$

$$3,9 \leq t_1 \leq 6,0 \quad a = 3 \cdot t_2 + 25 + F$$

$$6,0 < t_1 \leq 11 \quad a = 3 \cdot t_2 + 15 + F$$

$$11 < t_1 \leq 40 \quad a = 3 \cdot t_2 + 10 + F$$

Figur 4-7. Max invändig fasvinkel direkt vid svetsfog

Utöver detta kan följande allmänna rekommendationer göras:

1. Dessa konstruktionsregler är generella. Optimering av a- och b-mått kan göras genom att variera vinkeln och sökarutformningen enligt kraven i procedur. Vid sådana behov kontaktas respektive kvalitetsavdelning för information.
2. Vid utformning av T-stycken som provas avseende termisk utmattning, bör kontakt tas med kvalitetsavdelning/provningslaboratorium för diskussion om geometriutförande.
3. Fullständig volymetrisk provning kan krävas vid risk för mekanisk utmattning. Därför bör in- och utvändiga fasningar i direkt anslutning till svetsförbandet undvikas, eftersom detta försvårar provningen.
4. I anslutning till nymontage bör ur provningssynpunkt svetsrågen på objektets utsida planslipas, med svetscentrum tydligt utmärkt.

4.1.3 Tätningsutföranden i flänsförband

Kraven på täthet gentemot omgivningen uttrycks av täthetsklass P, S och K.
För tättningsutformning vid olika täthetsklasser se bilaga 4.

4.1.4 Gängförband

Gängade rördelar får användas endast i begränsad omfattning (skärringskopplingar och kompressionskopplingar betraktas ej som gängade rördelar).

För tillåtna gängade rördelar i de olika täthetsklasserna se bilaga 4.

4.2 Rördelar

4.2.1 Avgreningar

Såvida annat ej har specificerats skall avgrening väljas enligt tabell 4-1:

Kvalitets klass	Avgreningens nominella diameter (mm)	Beräknings- temperatur °C	Tillåtna typer vid förhållandet d_i/D_i :		
			$\leq 0,5$	$\leq 0,8$	$\leq 1,0$
1, 2	≤ 100	-	T1, T4 A1, A2, A3	T1, T4, A1	T1
	>100	-	T1, T4, A1	T1, A1	T1
3, 4A, 4	-	>120	T1, T2, T3, T4, A1, A2, A3, A4	T1, T2, T3, T4, A1	T1, T2, T3
	-	≤ 120	T1, T2, T3, T4, A1, A2, A3, A4	T1, T2, T3, T4, A1, A2, A3, A4	T1, T2, T3, A4

Tabell 4–1. T-stycken och avgreningar för olika dimensioner och temperaturer

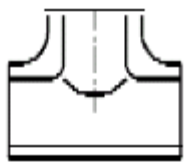
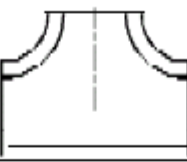
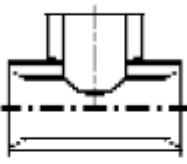
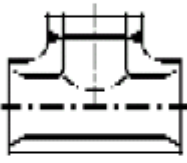
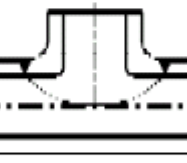
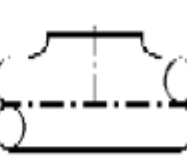
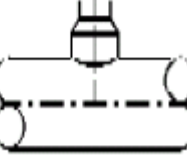
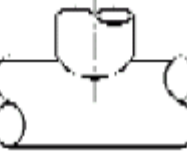
d_i = avgreningens innerdiameter

D_i = huvudrörets innerdiameter

T1-T4 = T-stycke som har fixerad bygglängd och ansluts med rundskarvar till huvudrör och avstickare. Har normalt grövre godstjocklek än huvudrör.

A1-A4 = Anslutning bestående av stuts eller avstickare svetsat direkt mot huvudröret.

Tabell 4-2 och 4-3 visar vilka krav på beräkning och redovisning som ställs på de olika typerna av avgreningar.

Typ av avgrening	Beskrivning	Krav för kvalitetsklass			
		1	2	3, 4A, 4, AFS	
				T>120	T≤ 120
T1 	Sömlöst T-stycke, smitt eller pressat	K5 B1 D1	K5 B2 D1	K5 B2 D2	K5 B2 D2
T2 	T-stycke pressat av plåt och svetsat	- - -	- - -	K5 B2 D2	K5 B2 D2
T3 	T-stycke med svetsade avstick. Utgångsmaterial sömlösa rör.	- -	- -	K3 B2	K4 B2
T4 	T-stycke med utkragat avstick. Utgångsmaterial sömlösa rör. I kvalitetsklass 3, 4A, 4 och AFS tillåts längssvetsade rör.	K2 B1 D1	K4 B2 D1	K4 B2 D2	K4 B2 D2
A1 	Sweepolet	K5 B1 D1	K5 B2 D1	K5 B2 D2	K5 B2 D2
A2 	Utkragning	K2 B1 D1	K4 B2 D1	K4 B2 D2	K4 B2 D2
A3 	Påsvetsad stuts vars godstjocklek är större än avstickens.	K1 B1 D1	K3 B2 D1	K3 B2 D2	K4 B2 D2
A4 	Direkt svetsat avstick.	- - -	- - -	K3 B2 D2	K4 B2 D2

Tabell 4-2. Utförande och krav på T-stycken och avgreningar

	Kod	Kravbeskrivning
Konstruktion	K1	Geometrisk krav enligt ASME III NB-3683.8 skall uppfyllas. Om så ej kan ske krävs utredning enligt NB-3681 (d).
	K2	Geometrisk krav enligt ASME III, NB-3643.3 (f)(l) skall uppfyllas.
	K3	Geometrisk krav enligt ASME III, NC-3643 skall uppfyllas. Om så ej kan ske krävs utredning enligt NC-3673.2 (b).
	K4	Geometrisk krav enligt SS-EN 13480-3, kapitel 8 skall uppfyllas.
	K5	Utföres enligt beprövad tillverkarstandard
Beräkning	B1	Godstjockleksberäkning skall utföras, som visar att krav enligt ASME III NB-3643 är uppfyllda. Vid oregelbundna förstärkningsområden, som kan förekomma t.ex för T1 och A1, får metod enligt NB-3545 utnyttjas.
	B2	Godstjockleksberäkning skall utföras i klass 2 och 3, som visar att krav enligt ASME III NC-3543 resp. ND-3643 är uppfyllda. För 4 och 4A skall leverantören utföra godstjockleksberäkning enligt SS-EN 13480. Beräkningar krävs ej i klass 3, 4A eller 4 när typgranskningsgodkännande enligt D2 nedan redovisas.
Dokumentation	D1	Leverantören skall redovisa ritningar, som anger material, beräkningsdata, hållfasthetsvärden samt alla mått som är nödvändiga för hållfasthetsberäkning och tillverkningskontroll. Leverantören skall även redovisa utförda hållfasthetsberäkningar.
	D2	Leverantören skall redovisa typkontrollintyg utfärdat av ackrediterat kontrollorgan. Där sådant typgranskningsgodkännande saknas gäller D1.

Tabell 4-3. Kravlista för T-stycken och avgreningar

4.2.2 Rörböjar och bockade rör

Bockade rör bör användas i största möjliga utsträckning, framför allt i klass 1 och 2, för att minimera antalet svetsskarvar.

Rörböjar skall ha minst lika stor nominell godstjocklek som anslutande rör för undvikande av lokalt svaga snitt.

Vid bestämning av acceptabla godstjocklekar för rörböjar i kvalitetsklass 1 och övriga som räknas enligt ASME, insättes därvid värdet t_m -A enligt ASME III, NB-3641.1 formel (1) (respektive motsvarande formler i NC eller ND) i stället för s_{min} .

För rörböjar gäller att erforderlig godstjocklek får underskridas inom ett avstånd av $0.7 * (D_y * s_{nom})^{1/2}$ från svetskarven, där så erfordras för anpassning till anslutande rör.

D_y = böjens nominella ytterdiameter

S_{nom} = böjens nominella godstjocklek

Ovalitet hos bockade rör och rörböjar skall i samtliga snitt vara mindre än eller lika med 8 %. Ovalitet definieras därvid:

$$O = (D_{\max} - D_{\min}) * 100 / D_y$$

där $D_{\max}$ = största ytterdiameter i ett visst snitt

$D_{\min}$ = minsta ytterdiameter i samma snitt

D_y = nominell ytterdiameter

Leverantören skall redovisa ritningar som anger material och beräkningsdata samt alla mått som är nödvändiga för hållfasthetsberäkning och tillverkningskontroll. Leverantören skall även redovisa hållfasthetsberäkningar som visar att kraven är uppfyllda. Denna redovisning kan ersättas av typkontrollintyg utfärdat av ackrediterat kontrollorgan.

4.2.3 Reduceringar

Reducering utföres normalt som koniskt övergångsstycke med hålkäl. Vid konstruktion skall eftersträvas att reducere ej ger onödigt stor spänningsförhöjning i rörsystemet. Detta uppnås genom:

- Stora hålkälsradier. För reducere i klass 1 bör hålkälsradierna ej understiga $0.1 * D_{y\max}$
- Måttlig konvinkel. Villkor enligt ASME III skall minst uppfyllas, dvs $\alpha \leq 60^\circ$ i klass 1 resp $\alpha \leq 70^\circ$ i klass 2, 3, 4A och 4
- Cylindriska övergångsdelar till anslutande rör. Jämför måtten L_1 och L_2 i figur NB-3683.6-1 i ASME III.

Reduceringar utan hålkäl med $DN > 50$ (stora änden) får endast förekomma i rörledningar i klass 2, 3, 4A och 4 med beräkningsdata ej överstigande 2 MPa eller 200 C°.

Godstjockleksberäkning för reducere utföres enligt SS-EN 13480 eller ASME III-NC.

Leverantören skall redovisa ritningar som anger material och beräkningsdata samt alla mått som är nödvändiga för hållfasthetsberäkning och tillverkningskontroll. Leverantören skall även redovisa hållfasthetsberäkningar som visar att kraven i ovan nämnda $s_{\min}$ -beräkning är uppfyllda.

Denna redovisning kan ersättas av typkontrollintyg utfärdat av ackrediterat kontrollorgan.

4.2.4 Flänsförband

I första hand väljs standardflänsar av helsmidd typ avsedda att stumsvetsas mot anslutande rör. Plana svetsflänsar och lösflänsar bör endast förekomma i rörledningar tillhörande klass 3, 4A och 4. För sådana flänsar skall dimensioner på svetsar och andra detaljer enligt ASME III appendix XI, fig XI-3120-1 beaktas och mått införs på ritning.

I flänsförband av kolstål skall skruv och mutter vara av kolstål. Rostfria flänsar får ha skruvförband av rostfritt eller galvaniserad kolstål, dock skall vid val av kolstålsskruv de olika längd- utvidgningskoefficienterna beaktas. Brickor monteras normalt under muttrar (i vissa konstruktioner under skruvskallar eller under både skruvskallar och muttrar).

Bestämmelser för skruvförband och tätningsutförande finns i kap. 3.1.13 och 4.1.3.

Beroende på kvalitetsklass beräknas flänsförband enligt kraven i ASME III eller SS-EN 13480.

I de fall rörkrafterna ej är kända när flänsförband dimensioneras, bör högst ca 75 % av maximalt tillåtna tryck utnyttjas för att en rimlig marginal för rörkrafter skall erhållas.

Rörflänsar (standard) skall vara märkta enligt SS-EN 1092-1 eller likvärdig standard.

Leverantören skall redovisa ritningar som anger material (inklusive packning), beräkningsdata, skruvkrafter och åtdragningsmoment samt alla mått som är nödvändiga för hållfasthetsberäkning och tillverkningskontroll i den mån måtten ej sammanfaller med väl känd standard. Leverantören skall på begäran även kunna visa beräkningar för skruvkraft eller åtdragningsmoment.

4.2.5 Gavlar i rörsystem

Gavlar utföres normalt djupkupade, dvs antingen som ellipsoidisk gavel eller som likvärdig torisfärisk gavel.

Plana gavlar >DN50 får endast förekomma i rörledningar i kvalitetsklass 2, 3, 4A och 4 med beräkningsdata ej överstigande 2 MPa eller 200°C samt som tillfälliga tätningar i andra system, t ex i samband med tryckprovning av systemdel.

Gavlar i kvalitetsklass 1 beräknas enligt ASME III NB-3200.

Gavlar i kvalitetsklass 2 beräknas enligt ASME III, NC-3224.

Gavlar i kvalitetsklass 3 beräknas enligt ASME III, ND-3224 eller ND-3325.

Gavlar i kvalitetsklass 4A och 4 beräknas enligt SS-EN 13480.

Leverantören skall redovisa ritningar som anger material och beräkningsdata samt alla mått som är nödvändiga för hållfasthetsberäkning och tillverkningskontroll. Leverantören skall även redovisa hållfasthetsberäkningar som visar att ovan nämnda krav är uppfyllda. Denna redovisning kan ersättas av typkontrollintyg utfärdat av ackrediterat kontrollorgan.

4.2.6 Svetsklackar på stålrör

Svetsklackar skall fastsvetsas på rörledningar där axiell fixering av upphängningar, isolering etc. erfordras. Rekommenderad utformning av klackar samt krav och begränsningar för deras användning ges i tabell 4-4. För kvalitetsklass 1-3 ska klackarna beräknas m.a.p hållfasthet vilket kan utföras enligt ASME III App. Y. För kvalitetsklass 4 och 4A bör SS-EN 13480-3 beaktas.

Då flera klackar förekommer vid en fästpunkt skall dessa orienteras i princip enligt Figur 4-8. Dessutom skall beaktas att klackar ej sammanfaller med klammors flänsar för åtdragningskruvar.

Klackar bör om möjligt monteras så att anliggning sker mot den till styrskon fästade klamdelen. I det fall att klack monteras mot löstagbar klamhalva sker kraftöverföring till skon på ogynnsamt och svårkontrollerbart sätt.

Klackar erfordras normalt på rör >DN50. I det fall klack erfordras på rörledning med godstjocklek mindre än riktvärdena i tabell 4-4 angivna 2,9 mm bör klackens tjocklek och tillåtna last reduceras i sådan grad att goda svetsbetingelser bibehålles och att därmed insjunkning p g a materialkrympning undviks.

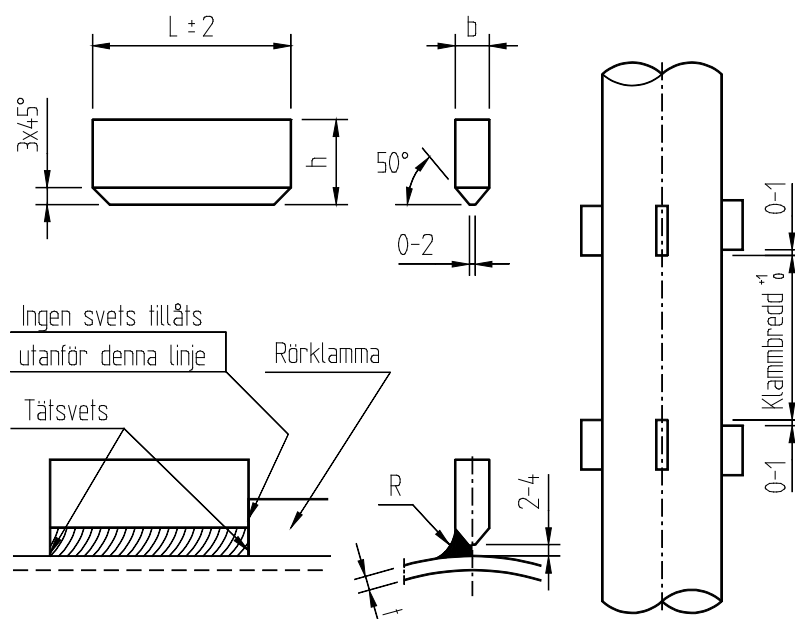
Då klackar skall fastsvetsas i samband med montage skall bevakas att klammorna är demonterbara i tillräcklig omfattning för att möjliggöra svetsning, rengöring och eventuell målning.

Klackar ska vara placerade på ett sådant sätt att svetsskarvarna är åtkomliga för den aktuella provningsmetoden vid återkommande kontroll (ÅK).

Tillåten last per klack (kN)	Rörvägg tjocklek (mm)	L (mm)	h (mm)	b (mm)	R (mm)
3	$\geq 2,9$	30	15	6	6
8	2,9-5,9	60	15	6	6
20	5,9-10	60	20	15	10
30	>10	60	20	15	10
70/150*	12,5-14	125	25	25	18
70/210*	>14	125	25	25	18

* De högre värdena avser "Faulted condition"

Tabell 4-4. Riktvärden för tillåten last och dimensioner för svetsklackar



Figur 4-8. Svetsklackar på stålrör

4.2.7 Övriga rördelar

Övriga rördelar som ej täcks in av kap 4.2.2 till 4.2.6 skall konstrueras, beräknas och redovisas enligt likartade principer. I tveksamma fall tas kontakt med tillståndshavaren, så att detaljerade krav kan fastställas.

4.3 Ventiler

4.3.1 Inledning

Denna del av TBM innehåller de krav som ställs på ventiler i kvalitetsklass 1, 2, 3, 4A och 4. Detaljerade data för enskilda ventiler framgår av en särskild ventilspecifikation enligt blankett TSM 102-104.

4.3.2 Restriktioner för material

4.3.2.1 *Material för ventilhus och interna delar*

För användning av rostfritt gjutgods i ventilhus gäller begränsningar enligt kapitel 3.1.8. Rostfria ventiler i kvalitetsklass 1 och 2 ska tillverkas i smideskvalitet.

Duplexa rostfria stål skall ha en molybdenhalt på minst 3 %* och en ferrithalt på 30-70 %. Sammansättningen skall dessutom uppfylla kriteriet PRE (Pitting Resistance Equivalent) ≥ 37 , där PRE beräknas enligt följande formel: $PRE = Cr + 3,3 \times Mo + 16 \times N$.

* För Ringhals gäller att duplexa rostfria stål skall ha en molybdenhalt på minst 4 %.

I ventilspindlar av martensitiskt rostfritt stål skall kromhalten (Cr) vara $>12\%$. Stål av denna typ är emellertid känslig för väteförsprödning om hållfastheten är hög, därför måste viss försiktighet iakttas vid kontakt med vatten eller ånga.

I ventilspindlar av seghärdat martensitiskt rostfritt stål får hårdheten ej överstiga 300 HV.

I system som står i förbindelse med reaktorn utan att först passera jonbytare får ej kägla, säte eller andra interna delar bestå av eller vara belagda med legeringar innehållande mer än 0,20% kobolt. För att uppnå en effektiv hårdbeläggning i ventiler (kägla, säte) kan det accepteras en något högre kobolthalt se kap. 3.1.1.

I andra applikationer kan däremot koboltbaserade legeringar användas.

Leverantör av kägla, säte eller andra interna delar skall ange för applikationen relevant funktionsdata inklusive referenser för material i friktions- och tätytor.

4.3.2.2 *Packningsmaterial – boxpackningar*

I packboxar skall normalt expanderande grafit användas såvida ej annat specificeras av tillståndshavaren. Där höga strålnivåer kan förutses skall ren, expanderad grafit användas.

Grafit får dock ej användas i kontakt med saltvatten, eftersom det medför ökad risk för galvanisk korrosion på närliggande utrustning. I ventiler för saltvatten skall PTFE-packningar användas.

Summan av de i vatten vid 100°C lakbara halterna av klorid, fluorid, sulfat och antimon får inte överstiga 150 mg/kg och för packningar av ren grafit 50 mg/kg.

4.3.2.3 *Smörjmedel*

Svavelhaltiga smörjmedel som exempelvis molybdendisulfid får ej användas i austenitiskt rostfria ventiler i fuktig miljö och temperatur över 100°C. I första hand skall grafitbaserade eller grafitnickelbaserade smörjmedel användas. Smörjmedel som används måste vara klassificerade, godkända och registrerade i kraftverkens kemikaliedatabas. Friktionsvärde för beräkning av klämkraften i skruvförband ska specificeras för smörjmedel.

4.3.3 Konstruktion och beräkning

4.3.3.1 Allmänna konstruktionskrav

Tillståndshavaren kan definiera förutsättningarna för ventilapplikationen i en av blanketterna TSM 102-104, och leverantören skall anpassa sin konstruktion så att denna uppfylls, samt ansvara för samfunktionen mellan don och ventil.

Vid drifttemperatur ska bälgar till bälgavtätade ventiler, såvida ej annat angivits, kunna utsättas för 5000 cykler (max 10% brottsannolikhet).

C_V -, k_V - eller z -värden enligt SS-EN 1267, SS-EN 60534-1, SS-EN 60534-2-1, VDI/VDE 2173 eller ISA S 75.01 skall anges. Värdet skall anges med enhet.

Ventilkarakteristiken skall redovisas.

För motormanövrerade ventiler skall ventilleverantören ange erforderligt moment för att öppna och stänga ventilen vid samtliga förekommande dimensionerande drift- och haverifall. Dessutom skall anges högsta tillåtna kraft (vid felande brytare) vid öppning respektive stängning.

Alla ventiler ska vara utformade med beaktande av underhållsmässigheten.

Mycket stor omsorg skall ägnas detaljer som direkt eller indirekt påverkar ventilens funktionssäkerhet. Ventiler med vikt över 25 kg skall vara försedda med lyftöglor och att möjlighet till lyft skall tillses.

Ventilen inklusive stöd och dylikt skall utföras utan spalter och fickor så att risken för korrosion blir så liten som möjligt och så att ett effektivt korrosionsskydd, t ex målning, förzinkning eller gummering lätt kan appliceras.

Ventiler som kan bli föremål för återkommande kontroll ska ha sådan geometrisk form och ytbeskaffenhet att svetsförbanden är fullständigt volymetriskt provningsbara. Endast där detta är uppenbart orealistiskt får förutsättas att den volymetriska kontrollen ersätts med annan metod, vilken i så fall ska anges.

Områden i ventilhus, som kan utsättas för korrosions- och/eller erosionsangrepp, skall kunna tjockleksmätas från utsidan. Tillståndshavaren specificerar de ventiler som omfattas av detta krav.

Alla medieberörda kolstålsytor skall ha ett korrosionspålägg av minst 1 mm såvida inte annat sägs i ventilspecifikationen.

Ventilhus skall ha sådan hållfasthet att anslutande rör och ej ventilen är begränsade för belastningar i rörsystemet. För att uppnå detta skall följande villkor vara uppfyllda:

- Med undantag för svetsändar skall tvärsnittsarea och böjmotstånd för varje snitt vinkelrätt mot flödesriktningen vara minst 25 % större än motsvarande storhet för anslutande rör
- Sträckgränsvärdet för ventilhusets material skall om möjligt vara minst lika stort som för materialet i anslutande rör. Om ventilhusmaterialets sträckgränsvärde är lägre än rörmaterialets skall erforderligt böjmotstånd och tvärsnittsarea enligt ovan multipliceras med förhållandet mellan rörmaterialets och ventilmaterialets sträckgränsvärden
- Sträckgränsvärdet för svetsändar skall vara minst lika stort som för anslutande rör
- Eventuella avvikelser från ovanstående villkor måste klart framgå av dokumentationen i samband med offert. För ventiler i kvalitetsklass 1 skall S_m -värdet användas i stället för sträckgränsvärdet.

Alla spindelförsedda ventiler med undantag för säkerhetsventiler skall normalt kunna monteras i godtyckligt läge. Om begränsningar i detta avseende finns, skall detta alltid anges i samband med offert.

Gängförband väsentliga för ventilens funktion skall normalt vara försedda med anordning för mekanisk låsning av gängen. Denna anordning får ej öka risken för skärning och skall vara så utförd, att gängförbandet alltid kan återanvändas. Skärningsrisken skall genomgående beaktas, och de principer, t ex hårdhetsskillnad, som därvid tillämpas, skall klart definieras.

Rotationsriktningen för handratt eller ratt på don skall alltid vara medurs vid stängning av ventilen. Detta gäller även om ventilen är länkmanövrerad.

Om ventilens funktion är beroende av flödesriktningen skall detta framgå av permanent märkning på ventilhuset med pil eller dylikt.

Mellandränageringar och distansringar i dubbla packboxar skall vara tillverkade av rostfritt stål eller kol/kolgrafit. Materialval ska godkännas av tillståndshavare. Gängade hål för utdragsverktyg skall alltid finnas.

Ventiler med pneumatiska don skall alltid gå mot återtätningen i öppet läge om ej annat specificerats.

Ventiler skall vara så utformade att skadliga vibrationer i kägla-spindel ej kan förekomma.

Avstängningsventiler skall kunna förses med kontinuerlig mekanisk lägesindikering såvida ventilkonstruktionen ej är sådan att ventilläget direkt visas. Öppen respektive stängd ventil skall alltid kunna avläsas. Dessutom skall ventilen kunna förses med mikrobrytare i läget "öppet" eller "stängt". Anordningarna för lägesindikeringarna skall vara robusta så att distinkta indikeringar erhålls.

För ventiler med packboxgland eller packboxmutter måste möjlighet finnas att efterdra spindelpackningarna utan att ventildelar eller manöverdon måste demonteras. Likaså gäller vid spindelpackboxbyte att detta bör kunna ske utan att ventilöverdel, manöverdon etc. behöver demonteras.

Härdade brickor med hårdhet > 200 HV bör användas under bröst- och glandmutter för att optimera moment/kraft-överföring vid åtdragning.

Ytfinhet för ventilspindlar vid packboxläget skall vara så fin (vanligen $\leq Ra\ 0,4\ \mu m$ för grafitpackningar) att slitaget minimeras på packboxringarna och ej ha bearbetningsspår som är tvärs spindelns rörelseriktning.

4.3.3.2 Anslutningar

Anslutningar skall vara anpassade till anslutande rör. Anslutande rörledningars dimensioner anges i ventilspecifikationen.

Placering av stutsar för, dränage, husavsäkring och täthetsprovning specificeras särskilt.

För flänsade anslutningar gäller:

- För kvalitetsklass 1 och 2 måste standardflänsar vara av lägst tryckklass PN 16 /150# även om beräkningstrycket är lägre. För kvalitetsklass 3 och 4A gäller på motsvarande sätt tryckklass PN 10/150#
- Om beräkningstemperaturen överstiger $200^{\circ}C$, skall skruvar och båda flänshalvorna vara tillverkade av material med samma längdutvidgningskoefficient. Dock får

kolstålsskruvar användas i rostfria flänsar om lämplig kompensation för skillnaden i utvidgningskoefficienten anordnas

- Vid flänsförband som utsätts för temperaturförändringar skall risken för avlastning (läckage) eller överbelastning av packningar och skruvar särskilt beaktas
- Brickor monteras normalt under muttrar (i vissa konstruktioner under skruvskallar eller under både skruvskallar och muttrar)
- Bestämmelser för skruvförband finns i kap. 3.1.13.

4.3.3.3 Tätning utförande

Kraven på täthet gentemot omgivningen uttrycks i ventilspecifikationen genom angivande av täthetsklass. Typ av spindeltätning samt övriga krav på tätning utförande för ventiler tillhörande de olika täthetsklasserna anges i respektive ventilspecifikation. För tätning utformning vid olika täthetsklasser se bilaga 4.

4.3.3.4 Hållfasthetsberäkningar

De konstruktionsdata och belastningar som erfordras för konstruktion och hållfasthetsberäkning av ventiler har av tillståndshavaren angivits i ventilspecifikationen med bilagor.

Alla beräkningar skall redovisas överskådligt och noggrant med källor, referenser, ritningar, detaljnummer osv. Underlaget skall vara granskningsbart. Tidigare utförda beräkningar som visar att ventilen är acceptabel med hänsyn till belastningar som är svårare än de specificerade kan redovisas.

Ventiler med stor excentrisk massa måste kontrolleras mot belastningar som uppkommer av denna excentricitet.

Ventildelar indelas i kategorierna 1, 2, 3, 4 och 5 enligt närmare anvisningar nedan:

- Till kategori 1 räknas det tryckbärande skalet, dvs. hus, överdel, kägla, samt påsvetsade detaljer som stutsar etc.
- Till kategori 2 räknas tryckbärande skruvförband, dvs. i allmänhet förband mellan ventilhus och överdel eller mellan ventilhus och lock
- Till kategori 3 räknas inre och yttre ventildetaljer som är primärt lastbärande utan att därför tillhöra det tryckbärande skalet, t ex spindel (vid kulventil även axeltapp), lastbärande förbindning mellan spindel och kägla (slid), lastbärande ring vid trycktätande lock, slidstyrning, sätesring (om primärt lastbärande), glandfläns och glandskruvar
- Till kategori 4 räknas fjädrar av betydelse för ventilens funktion, t ex fjädrar i pneumatiska don, retur fjädrar i egenmediestyrd ventiler och fjädrar för sätesringar i kulventiler
- Till kategori 5 räknas ok med fästanordningar.

Vid hållfasthetsberäkning av motormanövrerade ventiler ska kategori 1 och 2 dimensioneras mot manöverkrafter vid felande moment/vägbrytare vid 110% matningsspänning (kippmoment/stalltorque). Detta behöver ej kombineras med övriga haverilaster, men med last vid beräkningstryck och beräkningstemperatur.

4.3.3.5 Dimensionering av ventiler i kvalitetsklass 1

Belastningar inom de gränser som svarar mot "Design Loadings" samt "Level A" och "Level B" enligt ASME III NB-3220 skall ej påverka en ventils funktion och täthet.

Beräkningar skall utföras för transienta belastningar enligt ASME III NB-3550 eller NB-3200.

Kategori 1-delar skall uppfylla tillämpliga avsnitt av ASME III NB-3500.

S_m -värdet skall baseras på ASME II D Appendix 2.

Vid bestämning av minimivägg tjocklek enligt ASME III NB-3543, skall det använda materialet jämföras med ett ASME material med ekvivalenta hållfasthetsvärden.

Kategori 2-delar skall uppfylla ASME III NB-3546.1.

Tillåten skruvspänning för "Design Conditions" och därmed erforderlig skruvarea enligt ASME III XI-3222 avviker dock från europeisk praxis och i de fall där detta skulle medföra omfattande modifikationer av normalt använda ventiltyper kan det accepteras att S_a och S_b enligt ASME XI-3222 ersätts med annan vedertagen tillåten skruvspänning, med hänvisning till norm eller standard efter godkännande av tillståndshavaren. S_a i ASME XI-3223, ekvation (4), skall därvid givetvis också bytas ut.

Beräkning av erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment för skruvförband tillhörande kategori 2 skall ingå i beräkningsrapporten.

För delar tillhörande kategori 3 skall en analys av primära spänningar visa, att villkoren i ASME III NB-3546 uppfylls med hänsyn tagen till alla mekaniska belastningar. Snittlasterna bestäms med enkla jämviktssamband. Spänningarna beräknas med elementära formler för normal- eller böjspänningar. Lokala spänningar orsakade av kontakttryck i t ex sätesytor behöver därvid ej redovisas.

För delar tillhörande kategori 4 och 5 skall en analys redovisas som demonstrerar att de är adekvata för den avsedda tillämpningen. Analysen skall inkludera en bedömning av överbelastnings- och utmattningsrisker.

4.3.3.6 Dimensionering av ventiler i kvalitetsklass 2 eller 3

För ventiler i kvalitetsklass 2 eller 3 skall beräkningar eller annat underlag redovisas för verifikation av att kategori 1- och 2-delarnas dimensioner är acceptabla med hänsyn till konstruktionsdata. Vid beräkningar bör ASME III NB-3543 och NB-3545.1 eller annan godtagbart verifierad metod användas. Annat underlag kan utgöras av t ex resultat från spänningsmätningar.

Flänsförband ska utvärderas mot ASME III-NC, ASME III-ND eller SS-EN 13480.

För ventiler i kvalitetsklass 2 eller 3 skall även verifieras att delar tillhörande kategori 3, 4 och 5 är acceptabla för den avsedda tillämpningen.

4.3.3.7 Dimensionering av ventiler i kvalitetsklass 4A och 4

För ventiler i kvalitetsklass 4A eller 4 ska kategori 1- och 2-delars dimensioner verifieras enligt SS-EN12516 med hänsyn tagen till konstruktionsdata. Som alternativ kan även någon av de beräkningsmetoder som anges för kvalitetsklass 2 och 3 användas. Annat underlag kan utgöras av t ex resultat från spänningsmätningar.

Flänsförband ska utvärderas mot ASME III-NC, ASME III-ND eller SS-EN 13480.

4.3.4 Tillverkning

Ventiler skall märkas i enlighet med SS-EN 19. Dock skall säkerhetsventiler vara märkta enligt SS-EN ISO 4126-1. Dessutom skall ventilerna, om så anges i beställning, märkas med tillståndshavarens angivna komponentnummer.

Tryckbärande ventildetaljer skall märkas med tillverkningsnummer eller dylikt så att de kan identifieras mot kontrolldokumentationen.

Ventilhuset skall vara permanent märkt med flödespil eller dylikt om ventilens funktion är beroende av flödesriktningen.

4.3.5 Dokumentation

4.3.5.1 Erforderlig dokumentation vid offert

Underlaget skall som ett minimum innehålla information om:

- allmän utformning och inbyggnadsmått
- material (beteckning enligt standard)
- tryckklass
- drifts- och beräkningsdata
- C_V -, k_V -, eller z -värden enligt kap 4.3.3.1
- reglerkaraktistik
- totalvikt och tyngdpunkt med och utan manöverdon
- program för rengöring, korrosionsskydd och målning
- otillåtna montagelägen
- flödesriktning
- rekommenderade reservdelar
- material och typ av packningar
- underhållsrelaterade krav som bytesintervall, rekommenderat underhåll, arrangemang för montage/demontage etc.

För backventiler i system där backventilgenererade laster finns med i KFM, skall nödvändiga uppgifter för att bestämma rörelseförloppet för ingående rörliga delar vid förändringar i flöde redovisas.

Exempelvis efterfrågas följande data:

- Massan på rörliga delar.
- Tröghetsmoment för rörliga delar (med avseende på klaffaxel).
- Olika mått (momentarm, klaffradie, max och min öppningsvinkel).
- Öppningsgrad som funktion av massflödet.
- Minsta flödesarea som funktion av massflödet.
- Dämpning, fjäderkrafter, axelfriktion mm.

Anbudshandlingarna skall klart ange, om den offererade ventilen i något avseende avviker från kraven i ventilspecifikationen och TBM.

4.3.5.2 Erforderlig dokumentation före tillverkning

Erforderligt tillverkningsunderlag som skall godkännas av tillståndshavaren framgår av KBM.

Nedanstående information skall översändas till tillståndshavaren för godkännande:

- definitivt tryckfall
- manöverdonsspecifikationer
- beräkningar

Ritningsunderlaget skall, såsom ett minimikrav, innehålla nedan uppräknade uppgifter utöver de uppgifter som föreskrivs i gällande normer och standarder:

- anläggningens namn och tillståndshavarens komponentbeteckning
- sammanställningsritning och detaljritningar med referens till gällande kontrollplan, beräkningar, WPS, mm.
- stycklista med materialbeteckningar enligt gällande standard
- procedurer för svetsning, formning, värmebehandling etc.
- anslutningsdimensioner
- övriga för beräkningar erforderliga dimensioner (vägg och flänstjocklekar, innerdimensioner, radier, stuts- och skruvdimensioner, fogformer, svetsfaktor för stumsvetsar etc.)
- massa och tyngdpunktsläge för ventil inklusive manöverdon
- tryckklass
- konstruktionsdata (konstruktionstryck och konstruktionstemperatur)
- tillägg för korrosion och avnötning
- tryck för tryckprovning
- packboxdimensioner
- flödesriktningsspil
- återtätning utförande
- kvalitetsklass, täthetsklass
- erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment
- alla för normal service erforderliga mått
- förregling
- korrosionsskydd

4.3.5.3 Slutdokumentation

Teknisk komponentdokumentation skall innehålla ritningsunderlag med information enligt ovan. Den skall vidare innehålla instruktioner för drift och underhåll som skall vara på svenska eller i undantagsfall på engelska. Dessa instruktioner skall innehålla sådana uppgifter som underhållsfrekvens, smörjningsinstruktioner och instruktioner för översyn.

För reglerventiler och egenmediestyrd ventiler skall en allmän funktionsbeskrivning bifogas.

Övrig slutdokumentation enligt KBM.

4.4 Pumpar

4.4.1 Inledning

Denna del av TBM innehåller de krav som ställs på pumpar i kvalitetsklass 2, 3, 4A och 4. Detaljerade data kan framgå av en särskild pumpspecifikation, TSM 106.

4.4.2 Restriktioner för material

4.4.2.1 Material för pumphus och interna delar

För användning av rostfritt gjutgods i pumphus gäller begränsningar enligt kapitel 3.1.8.

Duplexa rostfria stål skall ha en molybdenhalt på minst 3 %* och en ferrithalt på 30-70 %. Sammansättningen skall dessutom uppfylla kriteriet PRE (Pitting Resistance Equivalent) ≥ 37 , där PRE beräknas enligt följande formel: $PRE = Cr + 3,3 \times Mo + 16 \times N$.

* För Ringhals gäller att duplexa rostfria stål skall ha en molybdenhalt på minst 4 %.

I pumpaxlar av martensitiskt rostfritt stål skall kromhalten (Cr) skall vara $>12\%$. Stål av denna typ är emellertid känslig för väteförsprödning om hållfastheten är hög, därför måste viss försiktighet iakttas vid kontakt med vatten eller ånga. I pumpdelar av seghärdat martensitiskt rostfritt stål får hårdheten ej överstiga 300 HV.

4.4.2.2 Material till axeltätningar

Material i mekaniska axeltätningar för pumpar i kvalitetsklass 2, 3 och 4A väljs tillsammans med tillståndshavaren. I roterande plantätning får inte täytorna innehålla antimon.

4.4.2.3 Packningsmaterial – boxpackningar

Vid användande av packboxar eller packningar som innehåller grafit, är de inte godkända att användas i havsvattensystem. I första hand bör statiska roterande plantätningar användas enligt SS-EN ISO 21049.

Summan av de i vatten vid 100°C lakbara halterna organiskt och oorganiskt bunden klor och fluor får inte överstiga 150 mg/ kg och för packningar av ren grafit 50 mg/ kg.

4.4.2.4 Smörjmedel

I första hand skall grafitbaserade eller grafitnickelbaserade smörjmedel användas. Grafitbaserade smörjmedel får dock inte användas i system som kan komma i kontakt med havsvatten.

Svavelhaltiga smörjmedel som exempelvis molybdendisulfid får ej användas i austenitiskt rostfria pumpar i fuktig miljö och temperatur över 100°C.

Smörjmedel som används måste vara klassificerade, godkända och registrerade i kraftverkens kemikaliedatabas.

4.4.3 Konstruktion och beräkning

4.4.3.1 Allmänna konstruktionskrav

Tillämpliga delar av standarderna EN-ISO 13709:2003, SS-EN ISO 21049 och SS-EN 9906 skall användas.

Leverantören skall anpassa sin konstruktion så att av tillståndshavarens föreslagna motortyper och axeltätningar kan användas.

Koppling för kraftöverföring ska vara i första hand av typ membrankoppling och uppfylla standarden ISO 10441:2007.

Alla pumpar ska vara utformade med beaktande av underhållsmässigheten.

Mycket stor omsorg skall ägnas alla detaljer som direkt eller indirekt påverkar pumpens funktionssäkerhet. Det skall därvid observeras, att underhåll normalt endast kan göras en gång årligen.

Komponenter med en vikt överstigande 25 kg skall vara försedda med lyftöron eller annan lämplig anordning för underlättande av reparation och underhåll.

Rotationsriktningen skall vara markerad på pumphuset, då det bedöms erforderligt skall genomströmsriktningen utmärkas med en pil på pumphuset.

Axeltätningssystem konstrueras i tillämpliga delar enligt SS-EN ISO 21049.

Rullnings- och glidlager skall konstrueras för en livslängd överstigande 50 000 driftstimmar.

Kritiska varvtalet skall vara lägst 125 % av högsta varvtal.

Pumpen skall kunna stå i "stand-by" fylld med vätska, utan att ta skada.

Då pumpspecifikationen anger att mediet är radioaktivt bör pumpen konstrueras så att god dekontaminerbarhet erhålles. Fickor som kan samla smutspartiklar skall i möjligaste mån undvikas.

Pumpkurvan skall vara stabil från nollflöde till fullflöde i tillämpliga delar enligt SS-ISO 9906. Parallella pumpar skall kunna arbeta tillsammans även om de inte är identiska.

Alla mediaberörda kolstålsytor skall ha korrosionspålägg av minst 1 mm såvida inte annat sägs i pumpspecifikationen.

4.4.3.2 Anslutningar

Anslutande rörledningars dimensioner skall anges i pumpspecifikationen. Leverantören skall utföra och redovisa beräkningar som visar hur stora krafter och moment som anslutningsstutsarna kan belastas med. Bestämmelser för skruvförband finns i kap. 3.1.13.

4.4.3.3 Tätningsutförande

Kraven på pumpars täthet gentemot omgivningen uttrycks i pumpspecifikationen genom angivande av täthetsklass. Typ av axeltätning för pumpar tillhörande de olika täthetsklasserna anges i respektive pumpspecifikation. För tätningsutformning vid olika täthetsklasser se bilaga 4.

4.4.3.4 Hållfasthetsberäkningar

De konstruktionsdata och belastningar som erfordras för konstruktion och hållfasthetsberäkning av pumpar har av tillståndshavaren angivits i pumpspecifikationen med bilagor.

Alla beräkningar skall redovisas överskådligt och noggrant med källor, referenser, ritningar, detaljnummer osv.

Vid beräkningar i kvalitetsklass 2 och 3 ska ASME III, NC-3400 eller annan godtagbart verifierad metod användas.

Flänsförband i kvalitetsklass 1, 2 och 3 ska utvärderas mot ASME III-NB, ASME III-NC och ASME III-ND, för kvalitetsklass 4A och 4 används SS-EN 13480-3.

4.4.4 Vibrationer och balansering

För detaljerade krav gällande vibrationer och balansering se kap. 3.4.

4.4.5 Tillverkning

Alla pumpar skall märkas med av tillståndshavaren angivet komponentnummer.

Tryckbärande pumpdetaljer skall märkas med tillverkningsnummer eller dylikt så att de kan identifieras mot kontrolldokumentationen.

Rotationsriktningen skall vara permanent märkt på pumphuset och då det bedöms erforderligt skall genomströmningsriktningen utmärkas med en pil på pumphuset.

4.4.6 Dokumentation

4.4.6.1 Erforderlig dokumentation vid offert

Underlaget skall som ett minimum innehålla följande:

- allmän utformning och inbyggnadsmått
- material (beteckning enligt gällande standard)
- tryckklass
- drifts- och/eller beräkningsdata
- tillåtna krafter och moment på anslutningar
- totalvikt med och utan medium
- program för rengöring, korrosionsskydd och målning
- rekommenderade reservdelar
- en pumpkaraktistik som visar flöde, uppforderingshöjd, axeleffekt, erforderligt NPSH, verkningsgrad och varvtal för alla hjuldiametrar
- begränsningsområde för drift
- erforderligt kyl- eller spolvattenflöde
- startmomentkurva mot öppen och stängd ventil
- kolvantal, cylinderdiameter och slaglängd för kolvpumpar

- konstruktion av axeltätning
- underhållsrelaterade krav som bytesintervall, rekommenderat underhåll, arrangemang för montage/demontage etc.

Anbudshandlingarna skall klart ange, om den offererade pumpen i något avseende avviker från kraven i pumpspecifikationen och TBM.

4.4.6.2 Erforderlig dokumentation före tillverkning

Nedanstående komponentberoende information skall översändas till tillståndshavaren för godkännande:

- instruktioner för drift och förebyggande underhåll

Ritningsunderlaget skall, såsom ett minimikrav, innehålla nedan uppräknade uppgifter:

- anläggningens namn och tillståndshavarens komponentbeteckning
- sammanställningsritning och detaljritningar med referens till gällande kontrollplan
- stycklista med materialbeteckningar enligt gällande standard
- procedurer för svetsning, formning, värmebehandling etc.
- totaldimensioner
- anslutningsdimensioner
- övriga för beräkningar erforderliga dimensioner (vägg- och flänsjocklek, innerdimensioner, radier, stuts- och skruvdimensioner, fogformer, svetsfaktorer för stumsvetsar etc.)
- tryckklass och konstruktionsdata
- tillägg för korrosion och avnötning
- korrosionsskydd
- pumpdiagram vid vald hjul diameter och för slutgiltigt motorvarvtal. Diagrammet skall visa uppforderingshöjd, effekt, verkningsgrad och NPSH som funktion av volymflödet. I diagrammet skall också anges förväntade data för dessa parametrar vid maximal och minimal hjul diameter.
- för varvtalsstyrda pumpar skall även musseldiagram överlämnas till tillståndshavare. Diagrammen skall täcka det varvtalsområde som pumpen kommer att arbeta inom med steg (förslagsvis 200 rpm). Med musseldiagram avses diagram som visar uppfoderingshöjd, effekt och verkningsgrad som funktion av volymflödet.
- kritiska varvtal
- lyft- och transportanvisningar
- uppställningsanvisningar med krav på undergjutningsutföranden
- kvalitetsklass, täthetsklass
- tillåtna krafter och böjmoment på stutsar
- erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment
- utförande och dimension av axeltätning
- fundamentbelastning
- tryck för tryckprovning

4.4.6.3 Slutdokumentation

Teknisk komponentdokumentation skall innehålla ritningsunderlag med information enligt ovan. Den skall vidare innehålla instruktioner för drift och underhåll som skall vara på svenska eller i undantagsfall på engelska. Dessa instruktioner skall innehålla sådana uppgifter som underhållsfrekvens, smörjningsinstruktioner och instruktioner för översyn.

Övrig slutdokumentation enligt KBM.

4.5 Värmeväxlare

4.5.1 Inledning

Denna del av TBM innehåller de krav som ställs på värmeväxlare i kvalitetsklass 1, 2, 3, 4A och 4. Detaljerade data kan framgå av en särskild värmeväxlarspecifikation, TSM 107.

4.5.2 Restriktioner för material

För plattor och tuber av austenitiskt rostfritt stål i värmeväxlare för saltvatten skall material med en molybdenhalt av minst 6 % väljas.

Duplexa rostfria stål skall ha en molybdenhalt på minst 3 %* och en ferrithalt på 30-70 %. Sammansättningen skall dessutom uppfylla kriteriet PRE (Pitting Resistance Equivalent) ≥ 37 , där PRE beräknas enligt följande formel: $PRE = Cr + 3,3 \times Mo + 16 \times N$.

* För Ringhals gäller att duplexa rostfria stål skall ha en molybdenhalt på minst 4 %.

Kobolthalten skall vara $< 0,05$ % för samtliga delar i kontakt med primärvatten.

Vid kallbockning av tuber ska dessa släckglödgas om medelbockningsradien är $< 16 \times D_y$ om de ska användas för primärvatten med drifttemperatur $> 100^\circ\text{C}$.

4.5.3 Konstruktion och beräkning

4.5.3.1 Allmänna konstruktionskrav

Värmeväxlare i kvalitetsklass 1, 2 eller 3 skall utformas så att återkommande inspektion kan utföras. Antalet tryckbärande svetsar skall sålunda vara minsta möjliga och de skall ha en sådan utformning att en volymetrisk inspektion med i första hand ultraljud kan genomföras utan störande inverkan av geometriska eller andra diskontinuiteter.

Värmeväxlaren inklusive stöd och fundament skall utföras utan spalter och fickor så att risken för korrosion blir så liten som möjligt och så att ett effektivt korrosionsskydd, t ex målning, förzinkning eller gummering lätt kan appliceras.

Tubmynningar i värmeväxlare skall på inloppsidan vara så utformade att minsta möjliga störning av strömningen åstadkommes.

Tubvärmeväxlare med en sådan konstruktion att tuberna valsas in i tubplåten skall ha tuber som är sömlösa alternativt längssvetsade med slipade svetsar för att undvika läckage eller spaltkorrosion efter invalsnings.

Tubvärmeväxlare kylda med saltvatten skall ha raka tuber och gavelpartier av titan eller gummerade gavelpartier. Värmeväxlare med tuber av kopparlegeringar skall vara försedda med offeranoder eller anoder med påtryckt ström i alla vattenkamrar. God elektrisk kontakt skall råda mellan anoder och tubplattor. Gummeringen skall omfatta alla anslutande stutsar och flänsytor.

Konstruktionen av tubvärmeväxlare skall vara sådan att tubläckage snabbt och enkelt kan åtgärdas genom pluggning.

Demontage av gavelpartierna i en tubvärmeväxlare skall kunna göras utan att tubsatsen deformeras eller rubbas ur sitt läge. Dessutom skall ett utbyte av enskilda tuber eller hel tubsats kunna ske utan att tuber, baffel- eller stödplåtar skadas.

Expansionsbälgar skall vara av beprövad konstruktion och utan styrrör. Expansionsbälgar accepteras ej i kvalitetsklass 1.

Komponenter med en vikt överstigande 25 kg skall vara försedda med lyftöron eller annan lämplig anordning för underlättande av reparation och underhåll.

Alla medieberörda kolstålsytor med undantag för tuber skall ha ett korrosionstillägg av minst 1 mm såvida inte annat sägs i värmeväxlarspecifikationen.

Vibrationer som kan väntas förkorta värmeväxlarens livslängd skall ej uppträda under drift även om det specificerade flödet och/eller temperaturen överskrides med 25 %.

Böjda tubers ovalitet får ej överskrida 8 %.

Ovaliteten definieras som $(D_{\max} - D_{\min}) * 100 / D_o$

$D_{\max}$ = max ytterdiameter efter bockning

$D_{\min}$ = min ytterdiameter efter bockning

D_o = nominell ytterdiameter

Den minsta vägg tjockleken i böjen får ej underskrida den för hållfastheten erforderliga.

4.5.3.2 Anslutningar

Anslutningar skall vara anpassade till anslutande rör. Anslutande rörledningars dimensioner anges i värmeväxlarspecifikationen. För kvalitetsklass 1 skall de ha ett utförande i enlighet med ASME III figur NB-4250, såvida ej annat specificeras och minst dimensioneras med beaktande av ASME III NB-3330.

Placering av stutsar för läckageprov, dränage, täthetsprovning och rengöring specificeras särskilt.

Ring- och plattförstärkningar tillåtes ej i kvalitetsklass 1.

Stutsarna skall dimensioneras med hänsyn till krafter och moment från anslutande rör. Finns dessa krafter och moment ej specificerade, skall stutsarna minst ha den kapaciteten som anslutande rör har.

För flänsade anslutningar gäller:

- Flänsar bör vara utförda för stumsvetsning. Plana svetsflänsar kan dock efter tillståndshavarens godkännande få användas
- För värmeväxlare i kvalitetsklass 1 och 2 måste standardflänsar vara av lägst tryckklass PN 16/150# även om beräkningstrycket är lägre. För kvalitetsklass 3 och 4A gäller på motsvarande sätt tryckklass PN 10/150#.
- Värmeväxlare i kvalitetsklass 1 och 2 skall ha smidda flänsar
- Om beräkningstemperaturen överstiger 200°C, skall skruvar och båda flänshalvorna vara tillverkade av material med samma längdutvidgningskoefficient. Dock får kolstålsskruvar användas i rostfria flänsar om lämplig kompensation för skillnaden i utvidgningskoefficienten anordnas
- Brickor monteras normalt under muttrar (i vissa konstruktioner under skruvskallar eller under både skruvskallar och muttrar).
- Vid flänsförband som utsätts för temperaturändringar skall risken för avlastning (läckage) eller överbelastning av packningar och skruvar särskilt beaktas
- Bestämmelser för skruvförband finns i kap 3.1.13.

4.5.3.3 *Tätning utförande*

Kraven på värmeväxlares täthet med avseende på flänsar, manluckor, anslutnings- och vändkammare gentemot omgivningen uttrycks i värmeväxlarspecifikationen genom angivande av täthetsklass. Typ av värmeväxlare, krav på infästning av tuber i tubplåt samt övriga krav på tätning utförande för värmeväxlare tillhörande de olika täthetsklasserna anges i respektive värmeväxlarspecifikation. I de fall värmeväxlare har olika täthetsklass på tub- och höljesidan gäller för tubinfästningen den täthetsklass som mediet med det högsta trycket har. För tätning utformning vid olika täthetsklasser se bilaga 4.

4.5.3.4 *Hållfasthetsberäkningar*

De konstruktionsdata och belastningar som erfordras för konstruktion och hållfasthetsberäkning av värmeväxlare har av tillståndshavaren angivits i värmeväxlarspecifikationen med bilagor.

Alla beräkningar skall redovisas på ett överskådligt och läsbart sätt med källor, referenser, ritningar, detaljnummer osv. noggrant angivna. Underlaget skall vara granskningsbart. Tidigare utförda beräkningar som visar att värmeväxlaren är acceptabel med hänsyn till belastningar som är svårare än de specificerade kan redovisas.

Värmeväxlare skall dimensioneras enligt tillämpliga normer specificerade i kapitel 3.2.

Beräkning av erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment skall ingå i beräkningsrapporten.

Beräkningar skall utföras för transienta belastningar enligt ASME III NB-3200.

4.5.4 *Tillverkning*

4.5.4.1 *Allmänna krav vid tillverkning*

Tuber får ej renblåsas med ånga. Mekanisk rening av tuber skall ske så att inte tuberna skadas.

Om värmeväxlaren demonteras vid t ex tillverkning eller transport skall den vid efterföljande montering förses med nya tätningar.

Värmeväxlartuber får ej svetskarvas.

Vid invalsnings av tuber skall minsta möjliga kallbearbetning introduceras i materialet, max 10 %. Produktionsprov skall utföras och kontrolleras i enlighet med av tillverkaren upprättad och av tillståndshavaren godkänd procedur.

Vid leverans av tubvärmeväxlare skall det alltid levereras värmeväxlartuber i reserv för framtida provning. Tuberna skall tas från samma batch som de i värmeväxlaren.

4.5.5 *Dokumentation*

4.5.5.1 *Erforderlig dokumentation vid offert*

Underlaget skall som ett minimum innehålla information om:

- allmän utformning och inbyggnadsmått samt utrymmesbehov för service och montage
- samtliga för strömnings- och värmetekniska beräkningar nödvändiga dimensioner

- material (beteckning enligt gällande standard)
- program för rengöring, korrosionsskydd och målning
- totalvikt med och utan medium
- flödesriktningar
- underhållsrelaterade krav som bytesintervall, rekommenderat underhåll, arrangemang för montage/demontage etc.

Anbudshandlingarna skall klart ange om den offererade värmeväxlaren i något avseende avviker från kraven i specifikationen och TBM.

4.5.5.2 Erforderlig dokumentation före tillverkning

Nedanstående komponentberoende information skall översändas till tillståndshavaren för godkännande:

- definitivt tryckfall

Ritningsunderlaget skall, såsom ett minimikrav, innehålla nedan uppräknade uppgifter utöver de uppgifter som föreskrivs i gällande normer och standarder:

- anläggningens namn och tillståndshavarens komponentbeteckning
- sammanställningsritning och detaljritningar med referens till gällande kontrollplan
- stycklista med materialbeteckningar enligt gällande standard
- procedurer för svetsning, formning, värmebehandling etc.
- totaldimensioner
- anslutningsdimensioner
- tillägg för korrosion och avnötning
- övriga för beräkningar erforderliga dimensioner (vägg- och flänstjocklekar, innerdimensioner, radier, stuts och skruvdimensioner, fogformer etc.)
- beräkningstryck och beräkningstemperatur
- tryck för tryckprovning
- vikt (med och utan vätska) och tyngdpunkt
- fundamentbelastningar
- flödesriktningar
- uppställningsanvisningar inklusive krav på undergjutningsutförande
- kvalitetsklass, täthetsklass
- tillåtna belastningar på stutsar
- erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment
- tillverkare, tillverkningsår, produktionsnummer och typ
- korrosionsskydd

4.5.5.3 Slutdokumentation

Teknisk komponentdokumentation skall innehålla ritningsunderlag med information enligt ovan. Den skall vidare innehålla instruktioner för drift och underhåll som skall vara på svenska eller i undantagsfall på engelska. Dessa instruktioner skall innehålla sådana uppgifter som underhållsfrekvens, metodik för rengöring av värmeöverförande ytor, erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment etc.

Övrig slutdokumentation enligt KBM.

4.6 Processmätutrustning

4.6.1 Inledning

Denna del av TBM innehåller de krav som ställs på temperaturmätfickor, strypflänsar, dp-celler etc. samt övrig utrustning enligt nedan, som är placerade i rörsystem med kvalitetsklasserna 1, 2, 3, 4A eller 4.

Avvikelse skall specificeras vid offerttillfället och godkännas av tillståndshavaren.

4.6.2 Konstruktionskrav för vissa komponenter

4.6.2.1 Instrumentventiler

Sätesventiler, dock ej blockventiler, skall märkas på sådant sätt att det klart framgår vilken anslutning som leder till kägla ovan- respektive undersida.

4.6.2.2 Normdysor, mätflänsar och venturirör

Normdysor, mätflänsar och venturirör utformas enligt kraven i SS-EN ISO 5167-1.

Anslutningar skall vara anpassade till anslutande rör. Anslutande rörledningars dimensioner anges i specifikation eller på ritning. Anslutningar skall ha ett utförande enligt ASME III, figur NB-4233-1, såvida ej annat specificerats.

Stutsarna skall vara så utförda att de kan anslutas till instrumentledningar utförda i austenitiskt rostfritt stål.

4.6.2.3 Temperaturmätfickor

Temperaturmätfickorna utformas för Pt 100 motståndsgivare enligt DIN 43 763 form D1 eller D5.

4.6.2.4 Tryckkärl för nivåmätning

För tryckkärl för nivåmätning gäller kapitel 4.7.5 "Hållfasthetsberäkningar", i tillämpliga delar.

4.7 Tryckkärl

4.7.1 Inledning

Denna del av TBM innehåller de krav som ställs på tryckkärl i kvalitetsklass 2, 3, 4A och 4.

4.7.2 Konstruktion

Alla tryckkärl skall uppfylla tillämpliga krav i SS-EN 13445 eller ASME III, samt kraven i TBM.

Tryckkärl får efter godkännande av tillståndshavaren utföras enligt andra normer än ovanstående om dessa bedöms likvärdiga eller strängare.

Tryckkärl skall utformas så att antal tryckbärande svetsar är minsta möjliga och med en sådan utformning att en volymetrisk inspektion med i första hand ultraljud kan genomföras utan störande inverkan av geometriska utformningar. Se kapitel 4.1.2.

Tryckkärlet inklusive stöd och fundament skall utföras utan spalter och fickor så att risken för korrosion blir så liten som möjligt och så att ett effektivt korrosionsskydd, t ex målning, förzinkning eller gummering, lätt kan appliceras. Se kapitel 3.4

Komponenter med en vikt överstigande 25 kg skall vara försedda med lyftöron eller annan lämplig anordning för underlättande av underhåll.

Alla medieberörda kolstålsytor skall ha ett korrosionstillägg av minst 1 mm om ej annat anges av tillståndshavaren.

4.7.3 Anslutningar

Anslutningar skall vara anpassade till anslutande rör.

Anslutande rörledningars dimensioner anges i tryckkärlsspecifikationen.

Placering av stutsar för dränage, tryckavsäkring och täthetsprovning specificeras särskilt.

Stutsarna skall dimensioneras med hänsyn till krafter och moment från anslutande rör.

Finns dessa krafter och moment ej specificerade, skall stutsarna minst ha den kapaciteten som anslutande rör har.

För flänsade anslutningar gäller:

- Flänsar bör vara utförda för stumsvetsning. Svetsflänsar utan krage kan dock efter tillståndshavarens godkännande få användas
- För tryckkärl i kvalitetsklass 2 måste standardflänsar vara av lägst tryckklass PN 16/150# även om beräkningstrycket är lägre. För kvalitetsklass 3 och 4A gäller på motsvarande sätt tryckklass PN 10/150#
- Tryckkärl i kvalitetsklass 2 skall ha smidda flänsar
- Om beräkningstemperaturen överstiger 200°C, skall skruvar och båda flänshalvorna vara tillverkade av material med samma längdutvidgningskoefficient. Dock får kolstålsskruvar användas i rostfria flänsar om lämplig kompensation för skillnaden i utvidgningskoefficienten anordnas
- Vid flänsförband som utsätts för temperaturförändringar skall risken för avlastning (läckage) eller överbelastning av packningar och skruvar särskilt beaktas

- Brickor monteras normalt under muttrar (i vissa konstruktioner under skruvskallar eller under både skruvskallar och muttrar)
- Bestämmelser för skruvförband finns i kap. 3.1.13.

4.7.4 Tätning utförande

Kraven på tryckkärls täthet med avseende på flänsar och manluckor gentemot omgivningen uttrycks i tryckkärlsspecifikationen genom angivande av täthetsklass. För tätning utformning vid olika täthetsklasser se bilaga 4.

4.7.5 Hållfasthetsberäkningar

De konstruktionsdata och belastningar som erfordras för konstruktion och hållfasthetsberäkning av tryckkärl anges av tillståndshavaren.

Alla beräkningar skall redovisas på ett överskådligt och läsbart sätt med källor, referenser, ritningar, detaljnummer o s v noggrant angivna. Underlaget skall vara granskningsbart. Tidigare utförda beräkningar som visar att tryckkärlet är acceptabelt med hänsyn till belastningar som är svårare än de specificerade kan redovisas.

Dimensioneringsberäkningar utföres enligt kapitel 3.2.

För stativet skall en analys av primära spänningar visa att konstruktionen är acceptabel. Krafter och moment från anslutna rörledningar betraktas som primära laster.

4.7.6 Dokumentation

4.7.6.1 Erforderlig dokumentation vid offert

Underlaget skall som ett minimum innehålla information om:

- allmän utformning och inbyggnadsmått samt utrymmesbehov för service och montage
- material (beteckning enligt gällande standard)
- program för rengöring, korrosionsskydd och målning
- totalvikt med och utan medium
- underhållsrelaterade krav som bytesintervall, rekommenderat underhåll, arrangemang för montage/demontage etc.

Anbudshandlingarna skall klart ange om det offererade tryckkärlet i något avseende avviker från kraven i specifikationen och TBM.

4.7.6.2 Erforderlig dokumentation före tillverkning

Ritningsunderlaget skall, såsom ett minimikrav, innehålla nedan uppräknade uppgifter utöver de uppgifter som föreskrivs i gällande normer och standarder:

- anläggningens namn och tillståndshavarens komponentbeteckning
- sammanställningsritning och detaljritningar
- stycklista med materialbeteckningar enligt gällande standard
- procedurer för svetsning, formning, värmebehandling etc.
- totaldimensioner
- anslutningsdimensioner
- övriga för beräkningar erforderliga dimensioner (vägg- och flänstjocklekar, innerdimensioner, radier, stuts- och skruvdimensioner, fogformer etc.)
- beräkningstryck och beräkningstemperatur
- tillägg för korrosion och avnötning
- tryck för tryckprovning
- vikt (med och utan vätska) och tyngdpunkt
- fundamentbelastningar
- uppställningsanvisningar inklusive krav på undergjutningsutförande
- kvalitetsklass, täthetsklass
- tillåtna belastningar på stutsar
- erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment
- tillverkare, tillverkningsår, produktionsnummer och typ
- korrosionsskydd

4.7.6.3 Slutdokumentation

Teknisk komponentdokumentation skall innehålla ritningsunderlag med information enligt ovan.

Övrig slutdokumentation enligt KBM.

4.8 Upphängningar

4.8.1 Inledning

Denna del av TBM innehåller de krav som ställs på upphängningar till rör och komponenter i processsystem.

Detta kapitel gäller ej för rörbrottsförankringar, se kapitel 4.11.

Till röret eller komponenten hör i vissa fall fastsvetsade klackar eller fotstöd vilka ej omfattas av denna del av TBM utan tillhör den tryckbärande konstruktionen.

Upphängningar monteras i vanliga fall mot plattor fästa med expanderskruv, varvid plattor och expanderskruv omfattas av denna TBM. I vissa fall används i byggnadsstrukturen ingjutna svetsplattor vilka ej omfattas av TBM, utan täcks av tillståndshavarens byggtekniska standard. Gränsen mellan upphängningar och byggnadsstrukturen utgörs av:

- ytterytan av svetsplattor ingjutna i betongen
- ytterytan av stålkonstruktioner vars primära funktion inte är att bära laster från rör och processutrustning
- ytterytan av betongkonstruktionen vid plattor fästa med expanderskruv

4.8.2 Restriktioner för material

Speciella förankringspaket såsom fjäderpaket, konstanthängare och rörelsedämpare för dynamiska laster utföres av material angivna i tillverkarens och av tillståndshavaren godkända tekniska produktspecifikationer för respektive förankringselement.

4.8.3 Konstruktion och beräkning

4.8.3.1 Allmänt

I de fall leverantören skall svara för detaljkonstruktionen skall denne inkomma med ritningar och beräkningar i enlighet med nedan angivna krav. Samtliga av leverantören framställda tillverkningsritningar och eventuella beräkningar skall godkännas av tillståndshavaren.

Rörupphängningar och röstöd skall utformas så att de kan ta upp förekommande krafter, moment och rörelser orsakade av termisk expansion, stödfriktion, strömmande medium, specificerade dynamiska laster, vikt av ledning och innehåll etc., samt dämpa skadlig vibration.

Stödavstånd skall väljas så att skadlig nedböjning undviks av process- och hållfasthetsskäl.

Fixpunkt och styrning skall placeras och utformas så att förekommande rörelse på lämpligt sätt fördelas på expansionsupptagande anordning.

Upphängning och stöd skall anslutas till rörledning på sådant sätt att risk för korrosion och sprickbildning i rörväggen undviks.

Vid användning av rörklamma är risken stor för korrosion på rörledningen, varför detta särskilt skall beaktas på utomhus förlagd ledning.

Detaljkonstruktionen skall baseras på av tillståndshavaren godkänd upphängningsspecifikation och systemisometri visande mått satt placering av upphängningspunkten.

Leverantören skall i övrigt anpassa konstruktionen av upphängningar till rörinstallationer, kabelstegar och ventilationsinstallationer jämte övriga förekommande installationer av komponenter, durkplan m.m.

Expandrar väljs enligt tillståndshavarens standard och skall vara godkänd av ETA eller motsvarande för aktuella belastningar (t ex dynamiska laster).

Vid infästning till byggnadsstrukturen skall förekommande anvisningar beträffande tillåtna överförda laster följas liksom anvisningar för montage av expanderskruvar. Särskilt skall beaktas förekommande begränsningar i tillåtet borr djup respektive helt förbud mot borrar i vissa byggnadsdelar.

Vid nybyggnation skall företrädesvis ingjutna svetsplattor användas för infästning av konsoler mot byggnaden. Härvid skall på svetsplattan överförda laster redovisas till storlek, lastutbredning och angreppspunkt.

4.8.3.2 Konstruktion

Upphängningarna klassindelas enligt samma kvalitetsklass som det uppburna rörsystemet eller komponenten.

Om flera upphängningar, rör eller komponenter av olika kvalitetsklass vilar på samma konsol väljes kvalitetsklass för denna enligt det högst klassade systemet.

Detaljkonstruktion av rörupphängningar baseras på av tillståndshavaren godkänd standard för montagedetaljer, dvs. fixpunktsstöd, glidstöd etc. Fixpunktsstöd och axialstopp skall ha dubbelklamma.

Montagedetaljerna skall normalt ej svetsas direkt mot röret utan axiella krafter skall överföras från röret till upphängningen via svetsklackar. Radiella krafter överförs via enkla eller dubbla klammor.

Klackar och klammor skall ej placeras närmare rundskarv än avstånd a i fig 4-3 - 4-7 (kap 4.1.2). För lätt demonterbara klammor får undantag göras, dock skall ej i något fall klamman täcka rundskarven.

För kylrör (flytande gas) skall isolerande mellanlägg användas mellan rör och klamma.

Vid användning av fjäderupphängningar skall kraftändringen från montage till driftläge ej överstiga 25% av fjäderns inställningsvärde vid montage. Fjäderkrafter, fjäderkonstant och fjädrörelse anges på specifikation/ritning.

Spel i sidostyrningar är normalt 1-2 mm (totalt 2-4 mm). Om i särskilda fall 0-spel respektive föreskriven sidosörelse erfordras anges erforderligt spel på ritningen.

Konsolerna utformas så att vattensamling undviks, i första hand genom lämplig hopfogning av balkarna. Utrymmen som kan vattenfyllas skall ha dränagehål $\varnothing$ 10 mm borrade. Om dränagehålens kanter skall målas måste dränagehålet vara $\varnothing$ 20 mm. Vid håltagning skall spänningskoncentrationer beaktas.

Konsolerna utformas så att mesta möjliga svetsningsarbete kan göras på verkstad som prefab. Alla balkar som fästs mot svetsplattor i byggnaden skall ha överlängd 50 mm för att kompensera byggtoleransen.

Konsolerna utformas så att ytbehandling kan göras enligt tillståndshavarens standard. Om varmförzinkning användes skall erforderlig håltagning för luft- och zinkflöde finnas medtagen.

Skrubar och muttrar bör ha hållfasthetsklass ISO 8.8 respektive 8. Om det ur konstruktions- eller beräkningssynpunkt krävs högre hållfasthetsklass skall risk för sprödbrott beaktas.

För svetsade konstruktioner gäller generellt toleranser enligt SS-EN ISO 13920 klass B och för maskinbearbetade mått lägst toleranser enligt SS-ISO 2768-1 grov.

Vid svetsning balk till balk skall, om så krävs m.a.p. hållfasthet, urtag göras i ena balken så att svetsning fläns mot fläns respektive liv mot liv kan göras eller extra livplåtar monteras.

Stoppjärn för axialstopp skall vara styrkesvetsade på tre sidor och ha sidan mot bärbalken tätsvetsad.

Fångjärn för sidostyrningar skall fogberedas och genomsvetsas från utsidan.

4.8.3.3 Beräkning

Beräkningar skall verifiera konstruktionens hållfasthet enligt av tillståndshavaren definierade konstruktionsspecifikationer och konstruktionsförutsättningar. När formella beräkningar för rörsystemet redovisas skall även upphängningsberäkningar redovisas.

Redovisade beräkningar skall vara utförda på ett överskådligt och läsbart sätt med källor, referenser, ritningar, detaljnummer osv. noggrant angivna. Underlaget skall vara granskningsbart.

För standarddelar såsom fjäderkorgar, konstanthängare, rörelsedämpare för dynamiska laster etc. kan tidigare utförda beräkningar, som visar att detaljen är acceptabel med hänsyn till belastningar som är svårare än de aktuella, redovisas.

Beräkningarna skall i erforderlig omfattning redovisa spänningar och/eller deformationer i konsoler, infästningssvetsar, fästplattor och andra påkända detaljer samt redovisa laster och utnyttjandegrad för expanderskruvar. För beräkning av expanderskruvar och ingjutningsplattor ska tillståndshavarens anvisningar följas.

Vid dimensionering ska endast laster från samtidiga händelser i de olika systemdelarna sammanlagras. Sammanlagring av statiska laster sker algebraiskt och av dynamiska laster sker som roten av kvadratsumma av ingående lastkomponenter.

Upphängningar i kvalitetsklass 1 - 3 beräknas enligt ASME III NF. För kvalitetsklass 4 och 4A används ASME III NF eller SS-EN 13480. Lämpligen väljs ASME III NF där tillhörande rörberäkningar är utförda enligt ASME III.

För glidstöd och sidostyrningar användes normalt friktionskoefficient $\mu = 0,3$ för beräkning av friktionskraften på konsolen.

Alla konsoler för rör skall vara dimensionerade för min belastning 1 kN, oberoende om upphängningsspecifikationen anger lägre belastning. Kravet innebär att konsolen skall hålla för en person (100 kg) som beträder objektet.

Leverantören skall i övrigt sträva efter att inom beprövad erfarenhet ej onödigtvis öka konstruktionernas tyngd.

4.8.3.4 Ritningars utförande

För enklare upphängningar av standardkaraktär, främst i klass 4A och 4, där inga beräkningar krävs kan tillverkningsritningarna framställas med förenklat ritsätt, utan detaljerade anvisningar.

4.8.4 Tillverkning

Verkstadsgrundfärg eller annat korrosionsskydd skall avlägsnas före svetsning till en bredd av 50 mm från respektive fogkant.

Alla spalter skall vara tätsvetsade.

Pendlar för upphängningar får ej svetsrepareras eller svetsskarvas.

4.8.5 Dokumentation

4.8.5.1 Erforderlig dokumentation vid offert

Underlaget skall som ett minimum innehålla information om:

- allmän utformning och mått
- material (beteckning enligt gällande standard)
- program för rengöring, korrosionsskydd och målning. Se kapitel 3.4
- totalvikt

Anbudshandlingarna skall klart ange om den offererade upphängningen i något avseende avviker från kraven i specifikationen och TBM.

4.8.5.2 Erforderlig dokumentation före tillverkning

Nedanstående komponentberoende information skall översändas till tillståndshavaren för godkännande:

Beräkningar där så krävs, se kapitel 4.8.3.3.

Ritningsunderlaget skall, såsom ett minimikrav, innehålla nedan uppräknade uppgifter utöver de uppgifter som föreskrivs i gällande normer och standarder:

- anläggningens namn och tillståndshavarens komponentbeteckning
- sammanställningsritning och detaljritningar med referens till gällande kontrollplan
- stycklista med materialbeteckningar enligt gällande standard
- procedurer för svetsning, formning, värmebehandling etc.
- totaldimensioner
- övriga för beräkningar erforderliga dimensioner
- erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment
- korrosionsskydd

4.8.5.3 Slutdokumentation

Teknisk komponentdokumentation skall innehålla beräkningar och ritningsunderlag med information enligt ovan.

Övrig slutdokumentation enligt KBM.

4.9 Öppna cisterner

4.9.1 Konstruktion

4.9.1.1 Allmänna konstruktionskrav

Öppna cisterner i kvalitetsklass 2 och 3 skall krav uppfyllas enligt ASME III.

Öppna cisterner i kvalitetsklass 4 och 4A ska krav uppfyllas enligt SS-EN 1993-4-2 tillsammans med EKS och Eurokoder. EN 14015:2005 kan tillämpas om man kan visa att kraven på bärförmåga enligt EKS 9 och Eurokoderna uppfylls. Vid beräkning/dimensionering används SS-EN 1993-4-2. Cisternanvisningar (CA I) är ett komplement till EN 14015 och ska användas tillsammans med den.

Även anvisningar för cisternfundament (CFA) skall beaktas. Fabrikationsklass skall anges av tillståndshavaren.

Följande krav skall dock alltid gälla.

Öppen cistern inklusive stöd och fundament skall utföras utan spalter och fickor så att risken för korrosion blir så liten som möjligt och så att ett effektivt korrosionsskydd, t ex målning, förzinkning eller gummering, lätt kan appliceras.

Alla medieberörda kolstålsytor skall ha ett korrosionstillägg av minst 1 mm om ej annat anges av tillståndshavaren.

Vid flänsförband som utsätts för temperaturändringar skall risken för avlastning (läckage) eller överbelastning av packningar och skruvar särskilt beaktas.

4.9.1.2 Anslutningar

Anslutningar skall vara anpassade till anslutande rör.

Anslutande rörledningars dimensioner anges i cisternspecifikationen.

4.9.1.3 Tätningsutföranden

Kraven på öppna cisterns täthet med avseende på flänsar och manluckor gentemot omgivningen uttrycks i cisternspecifikationen genom angivande av täthetsklass. För tätningsutföranden vid olika täthetsklasser se bilaga 4.

4.9.2 Beräkning

De konstruktionsdata och belastningar som erfordras för konstruktion och hållfasthetsberäkning av cisterner anges av tillståndshavaren.

Alla beräkningar skall redovisas på ett överskådligt och läsbart sätt med källor, referenser, ritningar, detaljnummer o s v noggrant angivna. Tidigare utförda beräkningar som visar att cisternen är acceptabel med hänsyn till belastningar som är svårare än de specificerade kan redovisas.

Dimensioneringsberäkningar utföres enligt ASME III eller SS-EN beroende på kvalitetsklass, se kap 4.9.1.1.

4.9.3 Märkning

Cistern skall märkas av tillverkaren med skylt enligt SS-EN 14015 kap. 20.2. För brandfarliga vätskor skall tillverkaren även förse ytterligare märkning enligt MSBFS 2018:3 2 kap. 7 §.

Cistern för icke brandfarliga vätskor skall även märkas efter första kontroll av ackrediterat kontrollorgan enligt AFS 2017:3 5 kap. 19 § vid AFS klass A eller B.

Cistern för brandfarliga vätskor skall även märkas med kontrollskylt av kontrollorgan enligt EN ISO/IEC 17020 enligt MSBFS 2018:3 5 kap. 16 §.

4.9.4 Dokumentation

4.9.4.1 Erforderlig dokumentation vid offert

Underlaget skall som ett minimum innehålla information om:

- Standarder som konstruktion, utförande och dimensionering skall uppfylla
- allmän utformning och mått samt utrymmesbehov för service och montage
- material (beteckning enligt gällande standard)
- program för rengöring, korrosionsskydd och målning. Se kapitel 3.4.
- totalvikt med och utan medium
- underhållsrelaterade krav som bytesintervall, rekommenderat underhåll, arrangemang för montage/demontage etc.
- fabriktionsklass

Anbudshandlingarna skall klart ange om den offererade cisternen i något avseende avviker från kraven i specifikationen och TBM.

4.9.4.2 Erforderlig dokumentation före tillverkning

Ritningsunderlaget skall, såsom ett minimikrav, innehålla nedan uppräknade uppgifter utöver de uppgifter som föreskrivs i gällande normer och standarder.

- anläggningens namn och tillståndshavarens komponentbeteckning
- sammanställningsritning och detaljritningar med referens till kontrollplan
- stycklista med materialbeteckningar enligt gällande standard
- procedurer för svetsning, formning, värmebehandling etc.
- totaldimensioner
- anslutningsdimensioner
- övriga för beräkningar erforderliga dimensioner (vägg- och flänsjocklekar, innerdimensioner, radier, stuts- och skruvdimensioner, fogformer etc.)
- beräkningstryck och beräkningstemperatur
- tillägg för korrosion och avnötning
- vikt (med och utan vätska) och tyngdpunkt

- fundamentsbelastningar
- uppställningsanvisningar inklusive krav på undergjutningsutförande
- kvalitetsklass
- tillåtna belastningar på stutsar
- erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment
- tillverkare, tillverkningsår, produktionsnummer och typ
- korrosionsskydd

4.9.4.3 Slutdokumentation

Komponentdokumentationen skall innehålla ritningsunderlag med information enligt ovan.
Övrig dokumentation enligt KBM.

4.10 Interndelar i reaktortryckkärl och ånggeneratorer

4.10.1 Restriktioner för material till interndelar i reaktorn

Försprödning p g a neutronstrålning skall beaktas.

Kobolthalten får ej överstiga 0,05 %.

Svavelhaltiga smörjmedel som exempelvis molybdendisulfid får ej användas. I första hand skall grafitbaserade eller grafitnickelbaserade smörjmedel användas.

4.10.2 Konstruktion

I de fall leverantören skall svara för detaljkonstruktionen skall denne inkomma med ritningar och beräkningar i enlighet med i beställningen ställda krav. Samtliga av leverantören framställda tillverkningsritningar och eventuella beräkningar skall godkännas av tillståndshavaren.

Ytfinheten skall väljas så att framtida dekontaminering underlättas. Uppmärkning skall ske så att framtida identifiering kan ske med hjälp av TV-inspektion.

Provbarhet skall beaktas.

4.10.3 Dokumentation

Dokumentationen skall vara enligt ställda krav av tillståndshavaren.

Övrig dokumentation enligt KBM.

4.11 Rörbrottsförankringar

4.11.1 Inledning

Rörbrottsförankringar monteras i vanliga fall mot fastbultade eller injekterade plattor varvid plattorna omfattas av denna TBM.

I vissa fall användes i byggnadsstrukturen ingjutna svetsplattor vilka däremot ej omfattas av TBM utan täcks av tillståndshavarens byggtekniska standard.

Svetsklackar på rör och komponenter behandlas i kapitel 4.2.6.

4.11.2 Material

Delar som skall ta upp energi genom töjning skall vara av duktilt material. Som tumregel kan man säga att materialet är duktilt om det har en brotttöjning på minst 10 %.

4.11.3 Konstruktion

4.11.3.1 Allmänt

I de fall leverantören skall svara för detaljkonstruktionen skall denne inkomma med ritningar och beräkningar i enlighet med nedan angivna krav. Samtliga av leverantören framställda tillverkningsritningar och eventuella beräkningar skall godkännas av tillståndshavaren. Tillverkningsritningarna skall vara tillräckligt detaljerade för att användas som underlag vid hållfasthetsberäkningar.

Rörbrottsförankringar skall utformas så att de kan ta upp förekommande krafter, moment och rörelser under och efter rörbrott så att säkerhetsutrustning nödvändig vid rörbrottet skyddas.

Spel bör vara så stora att förekommande rörelse i rörsystemen kan ske utan att hindras, så att rörbrottsförankring ej påverkar rörledning eller komponent förutom vid rörbrott. Om tillräckliga spel inte finns för detta skall rörbrottsförankringen även anses vara en rörupphängning och därmed skall krav för sådan också uppfyllas.

Rörbrottsförankringar skall anslutas till rörledning på sådant sätt att risk för korrosion och sprickbildning i rörväggen undviks.

Expandrar väljs enligt tillståndshavarens standard och skall vara godkänd av ETA eller motsvarande för aktuella belastningar (t ex dynamiska laster).

Vid infästning till byggnadsstrukturen skall förekommande anvisningar beträffande tillåtna överförda laster följas liksom anvisningar för montage av expanderskruvar.

4.11.3.2 Konstruktion

Rörbrottsförankringar klassas som kvalitetsklass 3 oavsett vilken klass rörledningen har.

Montagedetaljerna skall normalt ej svetsas direkt mot röret utan axiella krafter skall överföras från röret till rörbrottsförankringen via svetsklackar. Radiella krafter överförs via enkla eller dubbla klamnor.

Klackar och klammor skall ej placeras närmare från rundskarv än avstånd a i fig 4-3 - 4-7 (kap 4.1.2). För lätt demonterbara klammor får undantag göras, dock bör ej i något fall klamman täcka rundskarven.

Konsolerna utformas så att vattensamling undviks, i första hand genom lämplig hopfogning av balkarna. Utrymmen som kan vattenfyllas skall ha dränagehål $\varnothing$ 10 mm borrade. Om dränagehållets kanter skall målas måste dränagehålet vara $\varnothing$ 20 mm. Vid håltagning skall spänningskoncentrationer beaktas.

Konsolerna utformas så att ytbehandling kan göras enligt tillståndshavarens standard. Om varmförzinkning användes skall erforderlig håltagning för luft- och zinkflöde finnas medtagen.

Skrubar och muttrar bör ha hållfasthetsklass ISO 8.8 respektive 8. Om det ur konstruktions- eller beräkningssynpunkt krävs högre hållfasthetsklass skall risk för sprödbrott beaktas.

För svetsade konstruktioner gäller generellt toleranser enligt SS-EN ISO 13920 klass B och för maskinbearbetade mått lägst toleranser enligt SS-ISO 2768-1 grov.

Vid svetsning balk till balk skall, om så krävs m.a.p. hållfasthet, urtag göras i ena balken så att svetsning fläns mot fläns respektive liv mot liv kan göras eller extra livplåtar monteras.

4.11.4 Beräkning

Formellt utförda beräkningar erfordras normalt för rörbrottsförankring.

Redovisade beräkningar skall vara utförda på ett överskådligt och läsbart sätt med källor, referenser, ritningar, detaljnummer osv. noggrant angivna.

Beräkningarna skall i erforderlig omfattning redovisa spänningar och/eller deformationer i konsoler, infästningssvetsar, fästplattor och andra påkända detaljer samt redovisa laster och utnyttjandegrad för expanderskrubar.

Beräkningssätt och tillåtna spänningar kan hämtas från ANSI/ANS 58.2 och ASME III Appendix F, d.v.s. lasterna tillhör level D, med vidare hänvisning till ASME III NF-3200 och NF-3300.

Väljs högre tillåten spänning eller andra beräkningssätt skall detta motiveras och redovisas.

4.11.5 Tillverkning

Verkstadsggrundfärg eller annat korrosionsskydd skall avlägsnas före svetsning till en bredd av 100 mm (inkl passmån) från respektive fogkant. Zinkskydd får ej utföras på yta som skall svetsas. (t.ex. färg innehållande zink eller vid varmförzinkning)

Alla spalter skall vara tätsvetsade.

4.11.6 Dokumentation

4.11.6.1 Erforderlig dokumentation vid offert

Underlaget skall som ett minimum innehålla information om:

- allmän utformning och mått
- material (beteckning enligt gällande standard)
- program för rengöring, korrosionsskydd och målning. Se kapitel 3.4
- totalvikt

Anbudshandlingarna skall klart ange om den offererade rörbrottsförankringen i något avseende avviker från kraven i specifikationen och TBM.

4.11.6.2 Erforderlig dokumentation före tillverkning

Nedanstående komponentberoende information skall översändas till tillståndshavaren för godkännande:

Beräkningar där så krävs, se kap. 4.11.4.

Ritningsunderlaget skall, såsom ett minimikrav, innehålla nedan uppräknade uppgifter utöver de uppgifter som föreskrivs i gällande normer och standarder:

- anläggningens namn och tillståndshavarens komponentbeteckning
- sammanställningsritning och detaljritningar med referens till gällande kontrollplan
- stycklista med materialbeteckningar enligt gällande standard
- procedurer för svetsning, formning, värmebehandling etc.
- totaldimensioner
- övriga för beräkningar erforderliga dimensioner
- erforderliga skruvkrafter och åtdragningsmoment
- korrosionsskydd

4.11.6.3 Slutdokumentation

Teknisk komponentdokumentation skall innehålla beräkningar och ritningsunderlag med information enligt ovan.

Övrig slutdokumentation enligt KBM.

5 REPARATION AV INSTALLERAD ANORDNING

Reparation av installerad anordning skall ske enligt SSMFS 2008:13.

Om skador i anläggningen har sådan omfattning att nödvändiga hållfasthets- och funktionsmässiga marginaler inte kan bibehållas ska anordningen eller anordningsdelen bytas ut eller repareras. Innan reparations- eller utbytesåtgärder påbörjas ska den troliga orsaken till det inträffade vara klarlagd och nödvändiga åtgärder ska ha vidtagits för att förhindra att nya skador uppkommer.

Reparationer ska utföras enligt reparationsprogram som har kvalificerats för ändamålet och som med tillräckliga marginaler återställer de egenskaper som krävs för att anordningen ska kunna uppfylla grundläggande villkor för användning. Kvalificering av reparationsprogram skall övervakas och bedömas av ett ackrediterat organ om reparationsåtgärderna berör anordningar som hänförts till kvalitetsklasserna 1 och 2.

Reparationsprogrammet skall innehålla beskrivningar av reparationens utformning och utförande, hållfasthetsanalyser, utrustning som ska användas, tillvägagångssätt och de specifika kvalitetssäkringsåtgärder som behöver tillämpas för att återställa ursprungliga egenskaper.

BILAGA 1: EVENT CATEGORIZATION**ANSI/ANS-51.1/52.1-1983****FIG. B1**

EVENT FREQUENCY RANGE (per reactor-year)	PLANT CONDITIONS CATEGORIES	OTHER CATEGORIZATION SCHEMES					
		NRC			ANS		
		10 CFR	RG 1.48 ASME Code*	RG 1.70 Rev 2	51.1 (N18.2)	52.1 (N212)	53.1 (N212)
Planned Operations	PC-1, (H1) **	Normal	Normal	NORMAL	Condition I	Normal PPC	Plant Condition A
_____10 ⁻¹ _____	PC-2, (H2) ** _____	Anticipated Operational Occurrences -----	Upset -----	Moderate Frequency -----	Condition II -----	Frequent PPC -----	Plant Condition B -----
_____10 ⁻² _____	PC-3, (H2) ** _____			Infrequent Incidents -----	Condition III -----	Infrequent PPC -----	
_____10 ⁻³ _____	PC-4, (H3) ** _____	Accidents	Emergency -----	Limiting Faults	Condition IV	Limiting PPC	Plant Condition D
_____10 ⁻⁴ _____							
_____10 ⁻⁵ _____	PC-5, (H4) ** _____		Faulted				
_____10 ⁻⁶ _____	Not Considered, (H5) **						

* This terminology has been eliminated from 1977 version of the ASME Code

** Händelseklassning (H) hämtad från SSMFS 2008:17 och kompletterad till kolumn "Plant Conditions Categories"

BILAGA 2: TABLE 3-6 ANSI/ANS-51.1/52.1-1983

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III Service Limits for Various Plant Conditions and Nuclear Safety Functions (1)

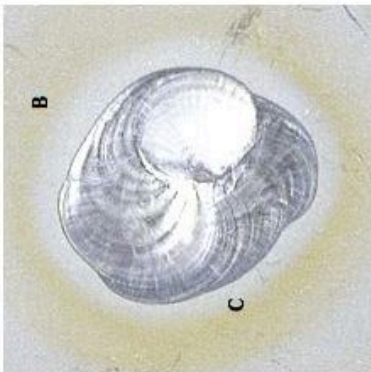
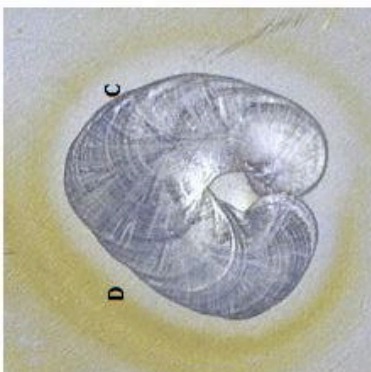
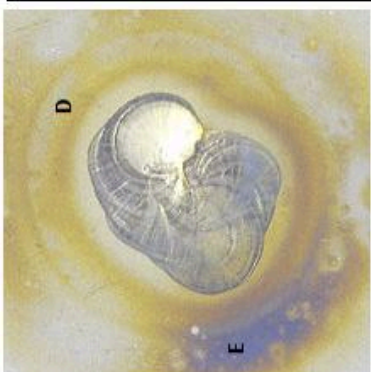
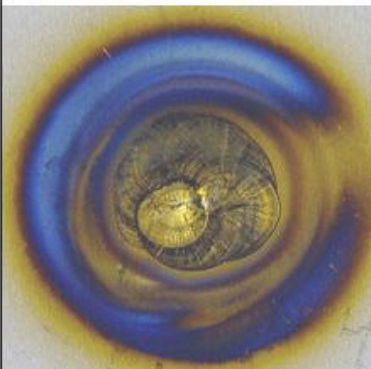
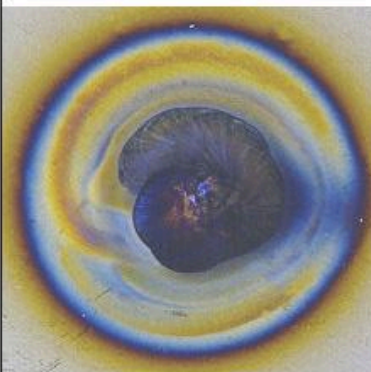
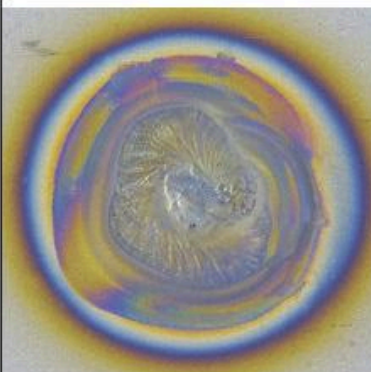
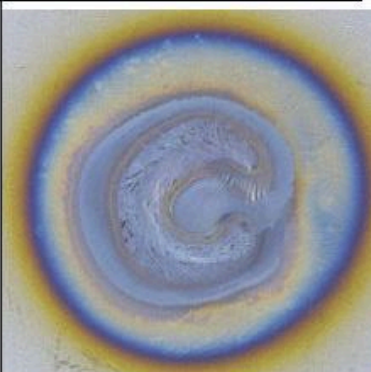
Plant Conditions (PC)	Service Loading Combination (4) 32	Nuclear Safety Functions (2)		
		Pressure Retaining Integrity	Active Function (5)	Dimensional Stability (3) and Support Stability (6)
PC-1	NOL	A	A	A
PC-2	NOL + L ₂	B	B	B
PC-3	NOL + L ₃ (7,8)	B	B	B
PC-4	NOL + L ₄	C	B(9)	C(10)
PC-5	NOL + L ₅ (7, 11)	D	B(9)	D(10)

Notes:

- 1) Does not apply to primary containment.
- 2) There shall be no loss of nuclear safety function for any normal operation or PC-2, -3, -4 or -5 event.
- 3) Dimensional Stability - maintenance of component configuration within limits that do not preclude the performance of the component intended nuclear safety function (e.g. maintenance of fluid flow path such that adequate flow can occur but not necessarily design flow, or prevention of valve seat distortion that results in unacceptable leakage).
- 4) NOL= Normal Operating Loads associated with PC-1 normal operation. L₂ L₃ L₄ and L₅ are the transient loads associated with PC-2, PC-3, PC-4 and PC-5 events, respectively, including initiating occurrence plus consideration of single failure and coincident occurrences in accordance with 3.2.
- 5) Active Function - a nuclear safety function that requires mechanical motion for component operability. Functional capability of active valves two inches and greater in nominal pipe size and active pumps shall be demonstrated under service loading combinations.
- 6) Support Stability - supporting and restraining of pressure retaining components and ASME III class core support (CS) components within appropriate component design limits.
- 7) In combining earthquake loads with loads from consequential plant transients, the timing of loads shall be appropriately considered in determining the method of combination.
- 8) See 3.4.1c for determination of the magnitude of the OBE. The OBE loads shall be considered as L₃. The inertial portion of the OBE is included as part of the "design mechanical load" category of ASME III.
- 9) Service Limit C or D shall be permitted provided that an operability assurance program demonstrates functional capability under the service loading combination.
- 10) More restrictive service limits (i.e., Service Limit B or C) should be used only if necessary to ensure performance of the component nuclear safety function.
- 11) See 3.4.1.d for determination of the magnitude of the SSE. The SSE loads shall be considered as L₅.

³² Consideration of loading combinations of OBE loads plus L₂ transient loads under Service Limit B and SSE loads plus L₅ transients loads under Service Limit D have been and may continue to be required regulatory authorities.

BILAGA 3: OXIDLIKARE**REFERENCE Colour Charts - CHART 1**

A (light) – C(darkest)		B (light) – B(darkest)		C (light) – D (darkest)		D (light) – E (blue)	
<2 ppm O ₂	25 ppm O ₂	50 ppm O ₂	100 ppm O ₂	Purge gas type. Argon EXTRACT FROM FORCE TECHNOLOGY Report 1337 -3-en FOR ILLUSTRATION PURPOSES ONLY			
E	F	G	G - H				
				200 ppm O ₂	500 ppm O ₂	1000 ppm O ₂	5000 and 10.000 ppm O ₂

BILAGA 4: TÄTHETSKLASSNING

Definitionen är för BWR, läsaren får tolka in PWR.

Tre täthetsklasser:

- P (Primär)
- S (Sekundär)
- K (Konventionell)

Tryckbärande system och ventilationssystem tilldelas täthetsklass. Komponenter täthetsklassas för att prioritera insatserna för att erhålla täta system. De komponenter där riskerna/konsekvenserna för läckage är störst erhåller den högsta täthetsklassen (P). Denna klassning styrs inte av några normer utan har etablerats hos ursprunglig leverantör, ASEA-ATOM.

INDELNING I TÄTHETSKLASSER

Indelning i täthetsklasser framgår av respektive verks klassningslistor. Täthetskrav och acceptanskriterier för respektive täthetsklass framgår av TBM (PAKT). Ventilationssystem är indelade i täthetsklass S eller K, enligt särskilda regler i TBV kapitel 2.

TÄTHETSKLASS P MEDIER MED HÖGT AKTIVITETSSINNEHÅLL

- Systemdelar tillhörande RCPB, (Reactor Coolant Pressure Boundary).
- Trycksatta systemdelar med reaktorvatten före jonbytare.

TÄTHETSKLASS S MEDIER MED LÅGT AKTIVITETSSINNEHÅLL

- Trycksatta systemdelar med reaktorvatten efter jonbytare.
- Systemdelar gränsande till systemdelar tillhörande täthetsklass P.
Gräns utgörs normalt av första normalt stängda ventil eller avstängningsanordningen när flödet går från klass P till klass S eller via första avstängningsbara ventil när flödet går från klass S till klass P.
- Systemdelar till och med första normalt stängda ventil eller avstängningsanordning när flödet går från klass S till klass K, eller till och med första avstängningsbara ventil när flödet går från klass K till klass S.
- System och komponenter som utgör en del av reaktorinneslutningen.
- Delar av aktiva avfallssystemet och avgassystemet med högt aktivitetsinnehåll.

TÄTHETSKLASS K

- Trycksatta systemdelar som inte ingår i täthetsklasserna P och S.

TÄTNINGSUTFÖRANDE - PROCESSYSTEM

Nedanstående sammanställning anger krav på tätning utförande för flänsar, ventiler, pumpar och cisterner beroende på täthetsklass. Ytterligare eller andra krav på tätning utförande kan förekomma och styrs av respektive anläggnings konstruktionsprinciper och anläggningens ursprungliga systemutformning. Avvikelser från nedanstående krav kan accepteras i de fall motiv föreligger, vilket hanteras genom en avvikelserapport med en teknisk bedömning.

TÄTHETSKLASS P

Flänsar utförs med spirallindad packning i spår eller med yttre och inre stödring. Även lämpligt inbyggda metalliska tätningar får användas. Vid dimension $> DN50$ kan förbandet förberedas för tätsvetsning.

För rörledningar är gängade rördelar inte tillåtna innanför inneslutningen och normalt inte heller utanför inneslutningen.

Rörkopplingar får endast användas utanför reaktorinneslutningen på rörledningar med anslutning $DN \leq 15$. En avstängningsventil skall då finnas mellan det trycksatta systemet och den första rörkopplingen.

Sätesventiler $\leq DN65$ ska ha bälgtätning kompletterad med enkel packbox. För ventiler $\leq DN15$ som är försedda med bälgtätning erfordras ingen packbox.

Sätesventiler $\geq DN65$ och andra ventiler med spindel ska ha dubbel packbox med mellandränage. Vid dubbla tätningar skall varje tätning ensam klara tätningsfunktionen. Packboxdränage får ej internt i ventilen förenas med bröstflänsdränaget.

Vid krav på läckagedetektering skall dubbla tätningar med mellandränage användas.

För sätesventiler i PWR-anläggningar skall dubbla tätningar med mellandränage undvikas. Sätesventiler $\geq DN65$ ska ha enkel packbox.

Där mediet kräver hög täthet skall bälgtätad spindel används, tex vätgas.

Bröstflänsförband ska ha svetsläppar vid $\geq DN50$. Spirallindade packningar förordas.

Där så är tekniskt lämpligt bör alla ventiler (förutom membran- och bälgtätade ventiler) med axiellt rörlig spindel vara försedda med en återtätning för att förhindra läckage in i packboxen när ventilen är helt öppen. Återtätningen skall ha samma kvalitet med avseende på täthet etc. som stängningsorganets tätningsytor.

Pumpar ska vara helkapslade med ett utförande utan axeltätning.

TÄTHETSKLASS S

Flänsar utförs med spirallindad packning i spår eller med yttre och inre stödring. Enkel planpackning kan användas om beräkningsdata understiger 2 MPa.

Gängade rördelar kan användas i dränagedningar och instrumentledningar med $\leq \text{DN}25$. En avstängningsventil skall då finnas mellan det trycksatta systemet och den första gängade rördelen.

Rörkopplingar får användas på rörledningar med anslutning $\text{DN} \leq 25$. En avstängningsventil skall då finnas mellan det trycksatta systemet och den första rörkopplingen.

För ventiler får enkel packbox användas.

Där så är tekniskt lämpligt bör alla ventiler (förutom membran- och bälgtätade ventiler) med axiellt rörlig spindel vara försedda med en återtätning för att förhindra läckage in i packboxen när ventilen är helt öppen. Återtätningen skall ha samma kvalitet med avseende på täthet etc. som stängningsorganets tätningsytor.

Bröstflänsförband kan utföras med spirallindad packning i spår eller förses med inbyggda planpackningar eller O-ringar. För ventiler $\leq \text{DN}50$ får metalliska o-ringar och metalliska tätningar användas. Själv tätande lock med dubbla tätningar och mellandränage ska inte användas på rostfria ventiler.

Tätningssammanslagningar där inbördes rörelse eller rotation mellan tätytorna sker i samband med komprimering bör undvikas.

För pumpar krävs sluten läckageuppsamling.

I öppna cisterner får enkel planpackning eller lämpligt inbyggda o-ringar användas.

TÄTHETSKLASS K

Konventionellt utförande är acceptabelt.