

Udskriftsdato: mandag den 12. januar 2026

VEJ nr 9640 af 01/10/2011 (Historisk)

Program for levetidsundersøgelser af trykbærende udstyr med begrænset levetid

Ministerium: Beskæftigelsesministeriet

Journalnummer: Arbejdstilsynet, j.nr.

Senere ændringer til forskriften

SKR nr 9449 af 28/05/2025

Program for levetidsundersøgelser af trykbærende udstyr med begrænset levetid

At-vejledning B.4.12

Oktober 2011

Indhold

1. Område og målgrupper
2. Konstruktionsgrundlag
3. Forebyggende vedligeholdelse/periodiske levetidsundersøgelser
4. Program for levetidsundersøgelser
5. Undersøgelses tidsplan – Metoder for fastlæggelse af undersøgelsesplanen
6. Undersøgelser – Udførelse, omfang og metoder
7. Vurdering af undersøgelserne
8. Ændrede dimensionerende styrkeværdier
9. Forlængelse af drift ud over anlæggets dimensionerede levetid

Bilag 1: Eksempel på bæringsliste

Bilag 2: Eksempel på registrering af undersøgelsesresultater

Bilag 3: Krybeområdets begyndelse for forskellige materialer – vejledende temperaturangivelser

Denne At-vejledning handler om krav og vejledende retningslinjer, der gælder for trykbærende udstyr dimensioneret og konstrueret som udstyr med en begrænset levetid som følge af krybning, men hvor også udmattelsespåvirkninger har indflydelse på begrænsningen af levetiden.

Trykbærende udstyr, hvor levetiden er begrænset som følge af krybning på grund af høj temperatur eller begrænset af udmattelse som følge af vekslende belastninger mv., skal levetidsundersøges. Formålet med levetidsundersøgelser er, i god tid at blive opmærksom på nedbrydningsmekanismer, afdække udstyrets levetidsmæssige kondition og skabe et grundlag for fremadrettet, at kunne følge nedbrydning. Levetidsundersøgelser skal forebygge, at der opstår revnedannelser, som kan føre til brud. Et materialebrud i forbindelse med trykbærende udstyr kan få fatale sikkerhedsmæssige konsekvenser.

Udmattelse kan opstå ved cyklisk belastning og aflastning af materialet som følge af tryk eller ydre kræfter – udmattelse kan dog også opstå som følge af temperaturændringer. Når der opstår et kritisk antal cyklusser af bestemt størrelse, vil materialet begynde at revne. Der vil efterfølgende ske en udbredelse af udmattelsesrevnen, som vokser, indtil belastningen bliver for stor i forhold til materialets resterende tværsnitsareal, med udmattelsesbrud til følge.

Undersøgelsesmetoder for udmattelse er visuel kontrol og ikke-destruktive undersøgelser (NDT).

Denne vejledning omhandler primært levetidsundersøgelser for krybning. Der er i vejledningen ikke detaljeret beskrevet tilsvarende undersøgelser for udmattelse. De påvirkninger, som har indflydelse på udmattelsen, er karakteriseret ved, at mange forskellige og anlægsspecifikke faktorer har afgørende betydning for begrænsning af levetiden som følge af udmattelsen. De faktorer, som kan lede til højere driftsspændinger end forudsat, kan være ukendte og uforudsigelige og risikoen for udmattelsesbrud derfor tilsvarende stærkt varierende – selv i normale driftssituationer. For at have et retvisende billede af risikoen for udmattelsesbrud er det nødvendigt at vurdere risikoen for hver komponent. Udbredeshastighed af en udmattelsesrevne kan også variere meget, afhængigt af materiale, type af konstruktionen, og den måde, spændingerne fremkaldes på. Den tilladelige størrelse af de resulterende spændinger er desuden helt afhængig af det samlede antal spændingsperioder i driftsperioden. I praksis fremkommer der – selv

under normale driftsforhold, tilfældige belastninger med maksimale spændingsudsving af varierende størrelse. For at sikre målingernes validitet skal de foretages under alle forekommende driftssituationer. Derudover kan udmattelsen accelerere som følge af korrosion, og korrosion kan accelerere som følge af udmattelsesrevner. Det er derfor ikke muligt at give en generel vejledning om, hvilke undersøgelser for udmattelse der er de mest hensigtsmæssige.

Krybning er en gradvis nedbrydning af materialet som følge af materialets plastiske deformation over tid, forårsaget af temperaturpåvirkning. Deformationen i form af en forlængelsesproces sker som følge af ændringer i materialets mikrostruktur. Ændringerne kan medføre, at der dannes mikrokaviteter, som efter sammenvoksning bliver til voksende mikrorevner, som kan udvikle sig til krybebrud.

Trykbærende udstyr dimensioneret og konstrueret som udstyr med en begrænset levetid som følge af krybepåvirkninger eller udmattelsespåvirkninger skal senest ved halvdelen af forbrugt¹⁾ levetid vurderes for at fastlægge et program for levetidsundersøgelser. Programmet skal definere art, omfang og tidspunkter for de levetidsundersøgelser, som er nødvendige for fortsat sikker drift.

De i denne vejledning angivne retningslinjer for udarbejdelse af programmet for levetidsundersøgelser anser Arbejdstilsynet for at være god teknisk praksis. Hvis man følger krav og retningslinjer i denne vejledning, er betingelserne for en sikker anvendelse opfyldt.

1. Område og målgrupper

Regler og retningslinjer for levetidsundersøgelser for krybning, angivet i denne vejledning, gælder for krybepåvirket trykbærende udstyr af ferritisk stål, hvor der som dimensioneringsspænding er anvendt en tidsafhængig krybespænding.

Krybeområdet i denne vejledning – medmindre andet er angivet, regnes at begynde ved 400 °C for kulstof- og manganlegerede stål, og ved 470 °C for krom- og molybdænlegerede stål.

Der henvises i øvrigt til bilag 3 i denne vejledning – Krybeområdets begyndelse for forskellige materialer – vejledende temperaturangivelser.

Vejledningen gælder ikke for:

- Overhederrør i kedlens røggaszone
- Rør mindre end eller lig med udvendig diameter Du 88,9 mm

Nedre grænse for rørdiameter på Du 88,9 mm som anvendelsesområdet for vejledningen er valgt ud fra følgende forhold:

- Rør med Du 88,9 mm eller mindre anvendes hovedsageligt til indvendige hedeblader samt til dræn og udluftning. Denne vejledning fortolker regler inden for arbejdsmiljø – ud fra en sikkerheds- og sundhedsmæssig betragtning. Konsekvenserne af rørbrud på indvendige hedeblader har en funktionsmæssig og økonomisk betydning, men ingen eller kun marginal sikkerheds- og sundhedsmæssig betydning. Dræn og udluftning er ikke udsat for en konstant høj temperatur.
- Mindre rør er mere elastiske, hvorved eksterne momenter bliver meget små, og dermed med væsentligt reduceret tilbøjelighed til at udvikle krybeskader.
- Større rør, fx over DN80, bliver normalt projekteret og dokumenteret med elastiske spændingsberegninger, som kan indgå i planlægningen af undersøgelsesprogrammet.
- Mindre rør er normalt overdimensioneret, da der anvendes norm for godstykkelser fra produktstandarden, hvor selv meget små godstykkelsestillæg medfører markant øgning af overdimensioneringen.
- VGB-R509L: 2002 anvender en tilsvarende dimensionsbegrænsning i dækningsområdet.

Mindre forgreninger fra større rør er dog medtaget i vejledningen og indgår dermed i stikprøveomfanget.

- Roterende komponenter som turbine mv.

Austenitiske stål er ikke medtaget i denne vejledning, da disse materialer p.t. ikke forefindes på danske kraftværker i rørdiameter større end 88,9 mm.

Ejeren eller den driftsansvarlige bruger skal senest ved halvdelen af forbrugt²⁾ levetid sende programmet for levetidsundersøgelser sammen med anden relevant dokumentation til et inspektionsorgan, til bedømmelse. Finder inspektionsorganet ikke dokumentationen tilstrækkelig, kan inspektionsorganet kræve yderligere dokumentation.

Målgrupperne for vejledningen er ejere, driftsansvarlige brugere og inspektionsorganer.

2. Konstruktionsgrundlag

I overensstemmelse med kravet i bekendtgørelse om indretning af trykbærende udstyr skal trykbærende udstyr være konstrueret på en sådan måde, at udstyret fungerer sikkert i hele udstyrets tilsigtede levetid.

Anlægsdele i krybeområdet er normalt dimensioneret for en levetid på 200.000 driftstimer ved anvendelse af en tilladelig spænding, som er materialernes middelkrybestyrke ved 200.000 timer ved dimensioneringstemperaturen divideret med 1,25. Såfremt denne værdi ikke er tilgængelig, anvendes middelkrybestyrken ved 100.000 timer ved dimensioneringstemperaturen divideret med 1,5. Vedrørende fastsættelse af tilladelig spænding henvises i øvrigt til den norm, som udstyret er fremstillet efter, fx EN 12952, EN 13445, EN 13480, EN 12516-2, TRD.

Som dimensioneringstryk anvendes som minimum det maksimale tryk, der forekommer det pågældende sted – oftest et tryk svarende til sikkerhedsventilens indstillingstryk.

Som dimensioneringstemperatur anvendes driftstemperatur plus normativt temperaturtillæg eller den højeste forventede metaltemperatur ved almindelig driftstilstand. Der bør tages hensyn til eventuel måleusikkerhed ved bestemmelsen af dimensioneringstemperaturen.

3. Forebyggende vedligeholdelse/periodiske levetidsundersøgelser

3.1. Baggrund og ansvar for udførelse

De trykbærende dele i krybeområdet er normalt dimensioneret efter de krav, som er anført i de normer og retningslinjer, som ligger til grund for konstruktioner af kedel, samlekasser, armaturer, rørledninger, bæringer mv.

Efter idriftsættelsen af anlægget er det ejeren eller den ansvarlige bruger af anlægget, som har det fulde ansvar for anlæggets person- og driftssikkerhed.

Ansaret for iværksættelse af den forebyggende vedligeholdelse, periodiske undersøgelser² og de periodiske levetidsundersøgelser påhviler ligeledes ejeren eller den ansvarlige bruger af anlægget.

Følgende oplysninger danner grundlag for den forebyggende vedligeholdelse og de periodiske levetidsundersøgelser:

- Geometri:
- Rørledningens geometri med materialeangivelser, inkl. isoleringsvægte (as built/efter opmåling)
- Placering af de enkelte armaturer, vægten af disse og indbygningsmål
- Placering af de enkelte formstykker og samlekasser, deres udformning og de tilknyttede svejsesømme
- Placering af de enkelte bæringer med angivelse af type og belastning – stilling i varm og kold tilstand, se bilag 1
- Angivelse af fald på “vandrette” rørstrækninger samt opvarmningsmulighed
- Placering af temperaturmålesteder for registrering og måling af driftstemperaturer og gradientmålinger på tykvæggede komponenter (normalt ved godstykkelser over 70 mm), som er følsomme over for vekselbelastninger (Δt -målinger)
- Angivelse af de enkelte rørstrenges dimensioner (diameter og godstykkelse)

Spændingsberegninger:

- Der vil normalt foreligge en statisk beregning af anlægget, inden anlægget bliver idriftsat. Såfremt der under anlæggets drift ikke forekommer væsentlige overskridelser af driftsparametrene eller konstateres væsentlige flytningsafvigelser på rørsystemerne, kan den oprindelige statiske beregning normalt anvendes i forbindelse med dokumentation af anlæggets tilstand.
- Såfremt der ikke foreligger en statisk beregning af anlægget, udføres en sådan beregning senest i forbindelse med første periodiske levetidsundersøgelse. Det anbefales at udføre beregningen i overensstemmelse med EN 13480 om metalliske industrielle rørledninger, idet denne standard tillige omfatter et krybekriterium.

Beregningerne kan indeholde:

- Godstykkelsesberegninger
- Statiske beregninger med deraf afledede krav til understøtninger
- Udmattelsesberegninger.

Rapporter om:

- Tilstandskontrol
- Justeringer
- Skader og reparationer.

Driftsdata (tryk, temperatur og antal starter) registreres elektronisk og indsamles. De indsamlede data bruges bl.a. til beregning af den forbrugte levetid, med særlig opmærksomhed på eventuelle overskridelser af normal driftstemperatur (se i øvrigt afsnittene 5 og 6.3.7 i denne vejledning).

3.2. Forebyggende vedligeholdelse

Det påhviler ejeren eller den ansvarlige bruger at forestå den forebyggende vedligeholdelse, således at anvendelsen af udstyret sker på en sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarlig måde i overensstemmelse med bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr.

Visuel besigtigelse og kontrol af rørsystemet skal udføres i overensstemmelse med en drifts- og vedligeholdelsesinstruktion. Denne skal som minimum omfatte visuel besigtigelse af rørsystemet, kontrol af bæringer samt kontrol af temperaturmålinger.

Ved kontrol af bæringer kan der forekomme afvigelser, der kræver justeringer. Det bemærkes i denne forbindelse, at større efterjusteringer af rørsystemer utilsigtet kan medføre øget krybenedbrydning.

Temperaturmålinger, som er vigtige for anlæggets driftssikkerhed og levetid, skal kontrolleres for eventuelle unormale driftsforhold, som kan have betydning for levetiden.

Som eksempler på unormale driftsforhold kan nævnes utilladelige temperatur- og trykstigninger eller utilladelig belastning af konstantlast- og fjederhængere.

4. Program for levetidsundersøgelser

4.1. Baggrund

Trykbærende udstyr konstrueret med en begrænset levetid som følge af udmattelsespåvirkninger eller krybepåvirkninger skal senest ved halvdelen af forbrugt¹ levetid vurderes for at fastlægge et program for levetidsundersøgelser, jf. bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr. Programmet skal fastlægge art, omfang og tidspunkt for undersøgelser, som er nødvendige for fortsat sikker drift.

Programmet skal sammen med anden relevant dokumentation senest ved halvdelen af forbrugt levetid sendes til et inspektionsorgan til bedømmelse. Inspektionsorganet kan forlange yderligere dokumentation forelagt.

4.2. Dokumentation, registrering, opbevaring

Programmet for levetidsundersøgelser bør indeholde:

- Oversigt over alle krybebelastede eksterne rørsystemer og interne kedelsektioner, som er omfattet af denne vejledning, se afsnit 1.0
- Omfang af potentielle undersøgelsesobjekter (svejsninger, formstykker mv.), se afsnit 6.2
- Oplæg til valg af undersøgelsesmetoder, se afsnit 6.3
- Overordnet undersøgelsesplan omhandlende:
 - a) Forventet antal levetidsundersøgelser (revisioner) i undersøgelsesperioden og valg af undersøgelsesmetode, se afsnit 5.0
 - b) Kriterier for udvælgelse samt oplæg til fordeling af undersøgelsespunkter på de enkelte revisioner.

Såfremt der foreligger dokumenterbare godkendte kriterier for tilladelige afvigelser, fx afvigende hårdhed og/eller mikrostruktur, som kan have betydning for levetiden, kan afvigelserne medtages som parametre i undersøgelsesplanen.

Den nøjagtige placering af de enkelte undersøgelsespunkter skal dokumenteres på en sådan måde, at NDT-virkomheden (NDT = ikke-destruktive undersøgelser), som udfører undersøgelserne, entydigt kan henvise til undersøgelsespunktet i prøvningsrapporten, og at det undersøgte punkt kan findes på ny, fx i forbindelse med en genundersøgelse.

Resultaterne af levetidsundersøgelserne skal registreres, og dokumentationen skal opbevares af ejeren eller den ansvarlige bruger.

Eksempel på regneark, som kan anvendes i forbindelse med registreringen, kan ses i bilag 2.

5. Undersøgelses-tidsplan – Metoder for fastlæggelse af undersøgelsesplanen

Nedenunder er beskrevet to metoder for, hvorledes de periodiske levetidsundersøgelser kan udføres:

- Metode 1 er den traditionelle, som er den mest anvendte metode. Metoden er baseret på anlæggets dimensionerede levetid, således at tidspunktet for den første periodiske levetidsundersøgelse fastsættes til en driftstid på 0,5 gange anlæggets dimensionerede levetid med korrektion for materialetype.
- Metode 2 omfatter anvendelsen af et system for levetidsovervågning. Metoden er baseret på dataopsamling, således at levetiden for udvalgte komponenter (rør, bøjninger, formstykker, armaturer mv.) beregnes på baggrund af dokumenterede driftsdata. Metoden giver et mere retvisende billede af komponenternes levetid end metode 1. Anvendelsen af metode 2 kan medføre en udskydelse af tidspunktet for periodisk undersøgelse, men kan også medføre, at perioden forkortes, hvis de opsamlede driftsdata giver en indikation af unormale drifts- eller andre forhold. Undersøgelsestidspunktet fastlægges af inspektionsorganet på baggrund af en konkret vurdering.

5.1. Metode 1

Tidspunktet for den første periodiske levetidsundersøgelse i undersøgelsesperioden fastsættes til en driftstid på 0,5 gange L^*) gange materialefaktoren X^{**}):

Materialetype	Materialefaktor X
14MoV63	0,5
13CrMo44	1,0
10CrMo910	1,0
X20CrMoV121	1,2

*) L er den dimensionerede levetid for den pågældende sektion – normalt 200.000 driftstimer.

**) X er en materialefaktor, som tager højde for materialets karakteristika med hensyn til initiering af krybekaviteter. Faktorerne er erfaringstal, fastsat på baggrund af mange års erfaring med anvendelse af de pågældende materialer.

Faktoren på 0,5 kan dog variere, idet tidspunktet for den første undersøgelse kan ligge inden tidspunktet for kravet om udarbejdelse af programmet for levetidsundersøgelser – materialefaktoren indarbejdes da i beregningen af levetiden L.

Materialefaktor for materialer, som ikke fremgår af ovenstående tabel, sættes til 1,0 eller aftales med inspektionsorganet.

Sidste periodiske levetidsundersøgelse i undersøgelsesperioden udføres senest ved en driftstid på L.

De planlagte levetidsundersøgelser fordeles ligeligt på fire (4) eller flere tidspunkter. Det er en forudsætning for fastlæggelsen af tidspunkterne for de periodiske levetidsundersøgelser, at den forebyggende vedligeholdelse er gennemført i henhold til afsnit 3 i denne vejledning, og at der i forbindelse hermed ikke er konstateret væsentlige skader på rørsystemer eller væsentlige overskridelser af driftsparametre, som har indflydelse på person- og driftssikkerheden.

Hvis der konstateres væsentlige skader på rørsystemer eller væsentlige overskridelser af driftsparametre, som kan have betydning for person- og driftssikkerheden, kan det være nødvendigt, i samråd med inspektionsorganet, at fremskynde terminer for de periodiske levetidsundersøgelser.

Omfanget af undersøgelsespunkter, se afsnit 6.2 i denne vejledning, skal fordeles med et passende antal undersøgelsespunkter på hver af de forventede levetidsundersøgelser, efter følgende retningslinjer:

- Hver levetidsundersøgelse skal omfatte et passende undersøgelsesomfang på både eksterne rør og interne forbindelsesrør og samlekasser, og omfatte et udvalg af forskellige komponenter (formstykker, armaturer mv.). Dette gælder også undersøgelsesobjekter som rundsømme, stumpkantsømme, montagesvejsninger og værkstedssvejsninger, således at der over undersøgelsesperioden opnås et generelt helhedsindtryk af anlæggets tilstand.
- Undersøgelsespunkterne udvælges på grundlag af relevante statiske beregninger, således at de kraftigst belastede komponenter (bøjninger, formstykker, armaturer mv.), indgår i undersøgelsesomfanget ved levetidsundersøgelsen. Udvælgelse skal ske blandt de komponenter, som ikke allerede er undersøgt ved en tidligere levetidsundersøgelse.
- Det kan blive nødvendigt at genundersøge tidligere undersøgte komponenter. Her kan der være tale om særligt kritiske komponenter eller komponenter med anbefalede genundersøgelsesintervaller, se afsnit 7.0 i denne vejledning.

Efter sidste periodiske levetidsundersøgelse vil anlæggets dimensionerede levetid være opbrugt. Anlæggets fremtidige drift skal derfor tages op til vurdering i samarbejde med et inspektionsorgan, se afsnit 9.0 i denne vejledning.

5.2. Metode 2 – Alternativ bestemmelse af den dimensionerede levetid

Metode 2 afviger kun fra metode 1 for så vidt angår bestemmelse af den dimensionerede levetid i den konkrete situation. Øvrig fremgangsmåde er som for metode 1.

Med udgangspunkt i de opsamlede driftsdata – tryk og temperatur, udregnes udnyttelsesgraden for udvalgte komponenter i relation til krybekpåvirkningen. Udnyttelsesgraden på 100 pct. sidestilles med tidspunktet L.

Det kan være hensigtsmæssigt at opdele anlægget i grupper, således at hver gruppe for sig har et ensartet levetidsforbrug. Opdelingen kan fx være: lige rør, bøjninger, store formstykker, rør med afgang, armaturer.

Vedrørende materialeegenskaber, se afsnit 8.0 i denne vejledning.

For udmattelsesfølsomme komponenter – beskrevet i afsnit 6.3.7 i denne vejledning, skal levetidsforbruget som følge af udmattelse medregnes i bestemmelsen af L.

Beregninger kan udføres i henhold til standarden EN 12952, part 4.

6. Undersøgelser – Udførelse, omfang og metoder

Omfanget af undersøgelser af de enkelte undersøgelsesobjekter fremgår herunder. Det er en god ide at aftale det planlagte undersøgelsesomfang med et inspektionsorgan.

Ikke-destruktive undersøgelser (NDT) gælder for sømløse rør, bøjninger, formstykker og armaturer. For længde- og spiralsvejste rør kan der derudover blive tale om supplerende målinger og undersøgelser. Behov, omfang og type af de eventuelle supplerende målinger og undersøgelser aftales med inspektionsorganet.

6.1. Udførelse af undersøgelser og målinger

De ordinære periodiske undersøgelser af det trykbærende udstyr skal som hovedregel udføres af et inspektionsorgan. Periodiske undersøgelser kan også udføres af virksomheden selv som egenkontrol ved brug af et certificeret kvalitetssystem, jf. bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr.

Virksomheder, som udfører ikke-destruktive undersøgelser, skal være kompetente. Prøvningspersonalet skal have de fornødne faglige kvalifikationer til at kunne udføre og bedømme undersøgelserne. Virksomheden skal råde over et egnet teknisk udstyr, som er nødvendigt for gennemførelsen af de ikke-destruktive undersøgelser. Derfor bør udførelsen af ikke-destruktive undersøgelser overlades til anerkendte prøvningsvirksomheder. Personale, som udfører de ikke-destruktive undersøgelser i forbindelse med levetidsundersøgelserne, skal opfylde de kvalifikationskrav, som er angivet i bekendtgørelse om indretning af trykbærende udstyr, hvor der stilles krav om fornødne kvalifikationer og krav til godkendelse af personalet af et tredjeparts-organ.

Når det er påkrævet at udføre replikaundersøgelser, anbefales det at slibe svejsningen før undersøgelsen, til en passende geometri efter aftale med prøvningsvirksomheden. Herved reduceres omfanget af fejlvisninger. Ved replika forstås i denne vejledning aftryk af overfladens topografi, herunder mikrostruktur, revner mv. efter passende metallografisk præparation. Replika undersøges i et mikroskop.

6.2. Omfang

Omfanget af ikke-destruktive undersøgelser angivet i afsnit 6.2.1 og 6.2.2 i denne vejledning, gælder for én kraftværksblok. Omfanget er vejledende, idet omfanget efter aftale med inspektionsorganet, skal tilpasses det enkelte anlægs konstruktion.

I det omfang man har to identiske kraftværksblokke, som er bygget i samme periode og med tilnærmelsesvis ens driftsmønstre, kan virksomheden med fordel koordinere de ikke-destruktive undersøgelser. Koordinering mellem de to kraftværksblokke kan være en del af programmet for levetidsundersøgelser. Koordineringen bør ske i samarbejde og efter aftale med inspektionsorganet.

6.2.1. Eksterne rør

På eksterne rør, fx mellem kedlens afgangskasser og turbine, udføres følgende NDT-undersøgelser:

- Som udgangspunkt undersøges alle bøjninger på rørene. Efter en konkret vurdering, og i samråd med inspektionsorganet, kan følgende afvigelser komme på tale:
 - a) Ved to eller flere ensartede symmetriske rør med samme driftsbetingelser kan alle bøjninger undersøges på det ene rør. På de øvrige rør udføres stikprøvekontrol, således, at ca. 20 pct., dog minimum 2 stk. af bøjningerne på hvert af de øvrige ensartede symmetriske rør, undersøges.
 - b) Rundsømme kan undersøges som stikprøvekontrol: mfang af stikprøvekontrol regnes for opfyldt, hvis den ene af de to rundsømme nær undersøgelsespligtig bøjning også undersøges. Udvalgelse af

rundsøm kan også ske på baggrund af spændingsanalysen med henblik på udvælgelse af den hårdest belastede tilstødende rundsøm til undersøgelse. Såfremt en entydig udvælgelse ikke er mulig, skal begge tilstødende rundsømme undersøges.

- c) Alle formstykker, ventiler og endebunde skal undersøges i fuldt omfang, med mindre andet er aftalt med inspektionsorganet.
- d) Målesteder (termolommer, tryk- og analyseudtag) undersøges stikprøvevis. Ved ikke ensartede materialesammensætninger tilpasses undersøgelsesomfanget og undersøgelsesmetoden individuelt. Omfanget og metoden bør aftales med inspektionsorganet.
- e) Ca. 20 pct. af dræn- og udluftningsstudse undersøges. Ved ikke-ensartede materialesammensætninger tilpasses undersøgelsesomfang og undersøgelsesmetode individuelt. Omfanget og metoden bør aftales med inspektionsorganet.
- f) Påsvejste bæringsbeslag kontrolleres i nødvendigt omfang, se afsnit 6.3.7 i denne vejledning.

Følgende er ikke omfattet af stikprøvekontrollen på rundsømme:

- Tilslutningssvejsninger til formstykker og ventiler. Disse undersøges som beskrevet i afsnittene 6.3.4 og 6.3.6 i denne vejledning.
- Blandingssvejsninger: Rundsømme mellem to uens materialer skal medtages som en del af undersøgelsesomfanget på rundsømme.

6.2.2. Kedelsamlekasser og interne forbindelsesrør

Alt efter kedeltypen vil antallet af samlekasser og omfanget af interne forbindelsesrør mellem samlekasserne variere.

Nogle kedler kan være indrettet med et antal skotrørssamlekasser, som er svejst direkte på samlekassen. Andre kedler kan være indrettet med et antal skotrørssamlekasser, som hver især har forbindelsesrør til en anden samlekasse.

Fælles for alle kedler er et stort omfang af symmetri og mange ensartede svejsninger. NDT-undersøgelserne udføres som stikprøvekontrol i et omfang, som sikrer et generelt billede af samlekassernes og de interne forbindelsesrørs tilstand. Stikprøvekontrollen skal have det omfang, som er nødvendigt, for at der kan foretages en vurdering af, hvorvidt den fortsatte drift kan foregå på en fuldt forsvarlig måde. Omfanget af stikprøvekontrollen bør samordnes med inspektionsorganet.

Det anbefales at inddele kedlens samlekasser og interne forbindelsesrør i passende sektioner med hensyn til symmetri, ensartethed og driftsbetingelser. Herefter fastsættes et undersøgelsesomfang for hver enkelt sektion. En sektion kan godt omfatte flere ensartede samlekasser og forbindelsesrør.

Udvælgelse af undersøgelsesobjekter omfattet af stikprøvekontrol skal så vidt muligt ske inden for områder af den pågældende sektion, hvor temperaturbelastningen og flytninger grundet varmeudvidelse er størst. Som grundlag for udvælgelse kan anvendes temperaturmålinger og spændingsanalyse.

Herunder er beskrevet overordnede retningslinjer for udvælgelse, omfang og undersøgelsesmetode for hver sektion:

A: Samlekasser:

- Rundsømme ved samlekassens afslutninger, fx ved plan endebund og tilslutning til forbindelsesrør, undersøges.
- Ca. 40 pct., dog min. 4 stk. af eventuelle stumpkantsømme mellem samlekasser og forbindelsesrør, undersøges.
- Ca. 40 pct., dog min. 4 stk. af eventuelle stumpkantsømme mellem samlekasser og skotrørssamlekasser, undersøges.
- Ca. 20 pct., dog min. 2 stk. af eventuelle stumpkantsømme mellem samlekasser og inspektionsåbninger, undersøges.

- Stikprøveundersøgelse af eventuelle stumpkantsømme mellem skotrør og samleklasse, se også punkt C.
- Endebunde undersøges.

B: På ca. 20 pct., dog min. 4 stk. af skotrørssamleklasse (Du > 88,9 mm), udføres følgende undersøgelser:

- Rundsømme (dog ikke ved kuplet endebund) og endebunde på skotrørssamleklasse undersøges.
- Eventuel stumpkantsøm mellem skotrørssamleklasse og forbindelsesrør undersøges.
- Eventuel stumpkantsøm mellem skotrørssamleklasse og inspektionsåbning undersøges.
- Stikprøveundersøgelse på stumpkantsømme mellem skotrør og skotrørssamleklasse, se også punkt C.

C: Stikprøveundersøgelse på stumpkantsømme mellem skotrør og samleklasse:

- Som udgangspunkt udføres ca. 5 pct. stikprøvekontrol på stumpkantsømme mellem skotrør og samleklasse.
- Omfanget kan reduceres til ca. 2 pct., hvis temperaturmålinger forefindes, så udvælgelse kan ske i de varmeste områder.

D: Interne forbindelsesrør mellem samleklasse:

- Interne forbindelsesrør undersøges i samme omfang som for eksterne rør, angivet i afsnit 6.2.1 i denne vejledning, med følgende afvigelse:
- Ved mange ensartede forbindelsesrør udføres NDT-undersøgelserne som stikprøvekontrol – ca. 20 pct., dog min. 4 stk. af forbindelsesrørene, undersøges.

Vedrørende indsprøjtningsskaller, se afsnit 6.3.7 i denne vejledning.

E: Påsvejste bæringsbeslag og bæringsknaster:

- Påsvejste bæringsbeslag og bæringsknaster kontrolleres i nødvendigt omfang, se afsnit 6.3.7 i denne vejledning.

F: Målesteder:

- Målesteder (termolommer, tryk- og analyseudtag) undersøges stikprøvevis. Ved ikke-ensartede materialsammensætninger tilpasses undersøgelsesomfang og undersøgelsesmetode i samråd med inspektionsorganet.

G: Dræn- og udluftningsstudse:

- Ca. 20 pct. af dræn- og udluftningsstudse undersøges. Ved ikke-ensartede materialsammensætninger tilpasses undersøgelsesomfang og undersøgelsesmetode i samråd med inspektionsorganet.

6.3. Metoder

Undersøgelsesmetoder for de forskellige undersøgelsespunkter fremgår af afsnittene herunder. Undersøgelsesmetoder og omfang er vejledende og tilpasses de enkelte anlægs konstruktion efter aftale med inspektionsorganet.

6.3.1. Rundsømme

Omfang på rundsømme:

- Visuel besigtigelse.
- Magnetpulverundersøgelse (MT) af alle sømmene.
- Replika: Et til fire bånd, som dækker grundmaterialet på begge sider af svejsningen, HAZ og svejsemetallet, undersøges. Ved særlige geometriske eller pladsmæssige forhold kan én eller flere af de fire linjer bortfalde. Antal og position fastsættes på baggrund af tidligere undersøgelser og spændingsfordelingen i undersøgelsespunktet.

- Hårdhedsmåling. Udføres kun, såfremt hårdhedsmåling ikke allerede er udført i forbindelse med fremstillingen eller tidligere undersøgelser, og kun én gang. På lodrette rør udføres måling i ét bånd. På vandrette rør udføres måling i to bånd, øverste og nederste punkter – (klokken 12 og klokken 6). Sidstnævnte grundet risiko for ulige varmefordeling i forbindelse med varmebehandlingen.

6.3.2. Stumpkantsømme

Omfang på stumpkantsømme:

- Samme undersøgelsesomfang som angivet i afsnit 6.3.1 i denne vejledning, med følgende afvigelser:
 - a) Afgrening, $D_u > 88,9$ mm: Replika to til fire bånd. Antal og position fastsættes på baggrund af tidligere undersøgelser og spændingsfordelingen i undersøgelsespunktet.
 - b) Afgrening, $D_u < \text{eller lig med } 88,9$ mm: replika og hårdhedsmåling udføres kun, når specielle forhold gør sig gældende. Inspektionsorganets konkrete vurdering bør lægges til grund for, hvorvidt der har været forhold til stede, som gør, at det er nødvendigt at gennemføre replika og hårdhedsmåling af afgreninger.

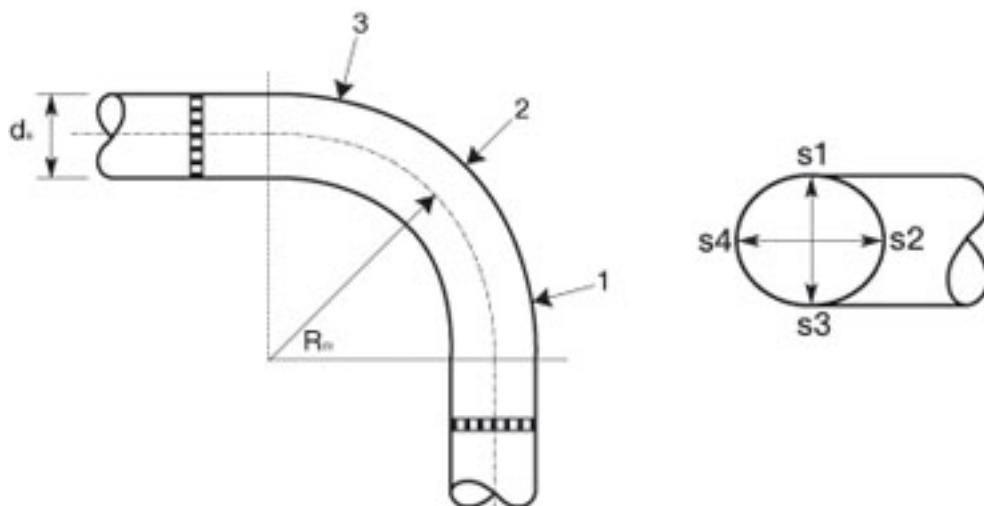
6.3.3. Bøjninger

Omfang for bøjninger:

- Visuel besigtigelse
- MT: Hele bøjningen i nakken (45° til hver side, dog maksimalt 200 mm i bredde) og to felter (200 x 200 mm) i position 2 (S1 + S3) – området, hvor der skal udføres replika, se tegning nedenunder.
- Ultralyd: samme omfang som for MT.
- Replikaundersøgelsen af bøjninger udføres efter retningslinjerne i VGB Richtlinie VGB-R509L. Omfanget af undersøgelserne varierer, afhængigt af, om rørdiameteren er over eller under 300 mm.
- Hårdhedsmåling. Udføres kun, såfremt hårdhedsmåling ikke allerede er udført i forbindelse med fremstillingen eller tidligere undersøgelser, og kun én gang. Målingen udføres i givet fald i én position i nakken i position 2 (S4), se tegning nedenunder.
- Diametermålinger (ovalitet) og godstykkelsesmålinger udføres kun, såfremt dette ikke allerede er udført i forbindelse med fremstillingen, og kun én gang. Målingen udføres i givet fald tre steder i position 1, 2 og 3 (S1 til S4), se tegning nedenunder. Kontrolberegning af de nødvendige godstykkelser sammenlignes med de målte værdier og de mål, som konstruktionstegningerne angiver. Ovaliteten vurderes i henhold til leveringsspecifikationerne.

Ovenstående omfang gælder for en 90° bøjning, se tegning nedenunder. Ved kortere eller længere bøjninger reduceres antallet af undersøgte positioner, henholdsvis øges antallet af positioner.

Ved bøjninger $< \text{eller lig med } 22,5^\circ$ udføres replika i kun én position i nakken – position 2 (S4), se tegning nedenunder. Hårdhedsmåling udføres efter retningslinjerne angivet ovenfor.



Eksempel på undersøgelsespositioner på en bøjning.

6.3.4. Formstykker

Formstykker omfatter T-stykker, kuglestykker, Y-stykker, overgangsstykker o.l.

Formstykkers rundsømme (inkl. tilslutningssvejsning til rørsystem eller anden komponent) og stumpkantsømme undersøges med samme undersøgelsesomfang som angivet i afsnit 6.3.1 Rundsømme og afsnit 6.3.2 Stumpkantsømme i denne vejledning.

På kuglestykker og Y-stykker udføres tillige MT og replika i kilearealet mellem afgreningerne.

Stumpkantsømme ved dræn- og udluftningsstudse undersøges med samme undersøgelsesomfang som angivet i afsnit 6.3.2 i denne vejledning.

I øvrigt henvises til afsnit 6.3.7 Supplerende undersøgelser i denne vejledning.

6.3.5. Kuplede og plane endebunde

Undersøgelsesomfang på kuplede og plane endebunde kan være:

- Rundsøm ved plane endebunde og eventuel stumpkantsøm ved isvejst studs på endebunde undersøges med samme undersøgelsesomfang som angivet i afsnit 6.3.1 Rundsømme og afsnit 6.3.2 Stumpkantsømme i denne vejledning.
- Hårdhedsmåling. Udføres kun på endebunde som er varmebehandlet i forbindelse med fremstillingen, og kun, såfremt hårdhedsmåling ikke allerede er udført i forbindelse dermed, og kun én gang som kontrol af korrekt udført varmebehandling.

Plane endebunde med aflastningsnot bør underkastes supplerende undersøgelser. Plane endebunde med aflastningsnot kan være udført på to måder:

- Med cylindrisk svejseansats
- Uden cylindrisk svejseansats*.

* Såfremt endebunden er udført uden cylindrisk svejseansats, kan endebunden udgøre en kritisk komponent. Det anbefales derfor at udarbejde supplerende beregningsdokumentation for endebundens restlevetid. Den supplerende beregningsdokumentation udarbejdes af ejeren eller den ansvarlige bruger, eller på dennes foranledning. Beregningsdokumentationen skal forelægges inspektionsorganet til godkendelse.

Grundlaget for vurdering af restlevetiden er:

- Driftsdata
- Geometri
- Det anvendte materiale.

Alt efter resultatet af restlevetidsvurderingen kan følgende supplerende undersøgelser komme på tale:

- Ultralydundersøgelse, fx som supplerende undersøgelse på endebunde med aflastningsnot uden cylindrisk svejseansats
- Eventuelt kontrol for hvælving (pilhøjde)
- Eventuelt indvendig besigtigelse med endoskop.

Vurderingen af nødvendigheden af de supplerende undersøgelser skal ske i samarbejde med inspektionsorganet, som vil vurdere om, og i hvilket omfang, der er behov for ovennævnte supplerende undersøgelser.

6.3.6. Armatur

Armatur undersøges for restlevetid med samme undersøgelsesomfang som for et formstykke som angivet i afsnit 6.3.4 i denne vejledning. Producentens anvisninger derudover vedrørende forebyggende vedligeholdelse og periodiske undersøgelser skal følges.

I øvrigt henvises til afsnit 6.3.7 i denne vejledning.

6.3.7. Supplerende undersøgelser

Det kan i visse tilfælde være nødvendigt med supplerende NDT-undersøgelser på forskellige komponenter. Der kan fx nævnes tykvæggede komponenter, der er følsomme over for vekselbelastning.

Nødvendigheden af supplerende undersøgelser skal fx vurderes ud fra:

- Antallet af kold-/varmstarter
- Lastspring
- Unormale eller væsentligt ændrede driftsforhold.

Det vil normalt ikke være nødvendigt at udføre supplerende undersøgelser for udmattelse på de forskellige komponenter, idet der er taget stilling til et vist antal kold-/varmstarter i forbindelse med design af anlægget.

Udmattelsesberegninger og udmattelsesundersøgelser skal typisk kun udføres, når de oprindelige opstart-betingelser (gradienter) fraviges. I de tilfælde vil det normalt være påkrævet, at de udmattelsesfølsomme tykvæggede komponenter, fx hovedstopventil, T-stykker, kuglestykker, flaske, overbeholder mv., undersøges nærmere. Spændingsanalyse og historiske data vil kunne indgå i vurderingen. Det anbefales, at standarden EN 12952 anvendes til spændingsanalysen.

Supplerende undersøgelser udføres også på komponenter, hvor der er mistanke om, at de har været udsat for termochok. Dette omfatter fx armaturer med manglende dræn, uhensigtsmæssigt indrettede dampomformerventiler eller vandindsprøjtningsskasser – eventuel indvendig besigtigelse omfattende bl.a. kontrol af dyser og skørt kan komme på tale. Inspektionsorganet vurderer behovet for den indvendige undersøgelse efter en konkret vurdering.

I forbindelse med samlekasser og armaturer (hus og stutse) er indvendig besigtigelse med endoskop e.l. ofte en hensigtsmæssig metode til visuel besigtigelse af ellers utilgængelige overflader. I tvivlstilfælde kan den visuelle besigtigelse, hvis muligt, suppleres med en MT undersøgelse eller en penetrant undersøgelse, eller eventuelt andre undersøgelsesmetoder. Det konkrete behov for eventuelle supplerende undersøgelser og metodevalg bør vurderes i samarbejde med inspektionsorganet.

Det kan være nødvendigt at supplere undersøgelserne med beregninger. Eventuelle beregninger udføres af ejeren eller den ansvarlige bruger, eller på dennes foranledning. Beregninger skal forelægges inspektionsorganet til godkendelse.

Såfremt den visuelle besigtigelse af påsvejste bæringsbeslag, se afsnit 3.2 i denne vejledning, giver anledning til tvivl, kontrolleres svejsningen med MT. Når specielle forhold taler for det, skal undersøgelsen yderligere suppleres med replikaundersøgelsen. Inspektionsorganet foretager den endelige vurdering af,

hvorvidt der er behov for MT undersøgelse eller replikaundersøgelse, idet det er inspektionsorganet, som skal godkende programmet for levetidsundersøgelser.

6.3.8. Destruktive undersøgelser (DT)

Denne undersøgelsesmetode er relevant at anvende, når:

- De ikke-destruktive undersøgelser (NDT) ikke er egnede til at vurdere komponenternes driftspålidelighed.
- Der ønskes en nøjagtig bestemmelse af det driftsbelastede materiales egenskaber, til brug for beregninger eller som vurderingsparametre.

I forbindelse med destruktive undersøgelser er det en fordel at være i besiddelse af ikke-driftsbelastet materiale, der kan bruges som reference for det driftsbelastede materiale.

7. Vurdering af undersøgelserne

Beregningsresultater skal, sammen med resultater af ikke-destruktive undersøgelser (NDT) og eventuelle destruktive undersøgelser (DT), indgå i den samlede levetidsvurdering.

Vurderingen af de fundne fejl og mangler, og deres betydning for anlæggets levetid, skal udføres af personer, som har indsigt, viden og erfaring med den type undersøgelser, og som har nødvendige kompetencer til vurdering af tilstanden af komplekse trykbærende anlæg og/eller procestekniske anlæg. En faglig korrekt vurdering af undersøgelsesresultater og beregningsresultater er en afgørende forudsætning for, at det fastlagte program for levetidsundersøgelser giver et retvisende billede af tilstanden af de enkelte komponenter og afspejler anlæggets samlede tilstand på undersøgelsestidspunktet og vurderingstidspunktet. For at kunne foretage den bedst mulige vurdering af resultater og konsekvenser for levetiden, bør vurderingen ske i samarbejde med inspektionsorganet.

Fremstillingsfejl som fx porer, slaggeindeslutninger og kantforskydninger mv., og som til undersøgelsestidspunktet ikke har ændret sig væsentligt, er normalt uden betydning for sikkerheden for den fortsatte drift. Der bør dog udvises skærpet opmærksomhed i forbindelse med ovennævnte fejl, for at opdage eventuelle ændringer.

Ud over replikaundersøgelse for kaviteter (krybning) skal der gennemføres en generel metallurgisk undersøgelse af mikrostrukturen, fx med henblik på at vurdere varmebehandlingstilstanden eller termisk driftspåvirkning.

Det er den samlede vurdering, der skal lægges til grund for en vurdering af anlæggets tilstand med henblik på den fortsatte drift.

Klassificering af krybeskader

Krybeskader klassificeres gennem en metallurgisk undersøgelse i mikroskop efter retningslinjer angivet i tabellen nedenunder:

Definition af krybeskader – retningslinjer for evaluering

Skade-klasse	Skadetype	Definition af skade		Noter
0	Ingen skade (materialet er som nyt)	$N \leq 100$ kaviteter/mm ² med størrelse $\geq 0,5 \mu\text{m}$		3)
1	Ingen kavitation (termisk eksponering)	$N \geq 100$ kaviteter/mm ² med størrelse $\geq 0,5 \mu\text{m}$		3)
2	Isoleret kavitation – Kaviteter uden kædelignende dannelse eller gb-separation (korngrænse):			
2a	– lille mængde	$100 \leq N \leq 400$ kaviteter/mm ²		3)
2b	– større mængde	$N > 400$ kaviteter/mm ²		
3	Orienteret kavitation – Kavitet-skæder eller gb separationer (korngrænser) maks. 3 sammenhængende korn eller 100 μm			
3a	– lille mængde	Type K (for revnedannelse) $50 \leq L_{\text{max}} \leq 200 \mu\text{m}$	Type C (diffuskavitation) $400 \leq N \leq 1600$ kaviteter/mm ²	3), 4), 5)
3b	– større mængde	$L_{\text{max}} > 200 \mu\text{m}$	$N > 1600$ kaviteter/mm ²	
4	Mikrorevner – Revner på 3x kornstørrelse eller $100 \mu\text{m} < L_{\text{max}} \leq 2 \text{mm}$			
4a	– små	Maks 3x kornstørrelse eller $100 \mu\text{m} \leq 400$		3), 4), 5)
4b	– større	$400 \mu\text{m} < L_{\text{max}} \leq 2 \text{mm}$		
5	Mikrorevner	Revner påviselige med konventionel NDT $L_{\text{max}} > 2 \text{mm}$		4), 5)

- 3) N = kaviteters områdetæthed på den aktuelt testede overflade (kaviteter/mm²)
- 4) Type K-skade (for mikrorevner) henviser til tilfælde med små skader uden for de primære skadelinjer. Type C-skade (kavitation) henviser til tilfælde med relativt diffuse (fordelte) kavitetsdannelser. Lave niveauer af orienteret kavitation (klasse 3a – nedre grænse) af type K og C kan være uadskillelige. Kavitet-skæde = dannelse med flere kaviteter på en korngrænse, der strækker sig til tilstødende korngrænser.
- 5) L_{max} = samlet sammenfattet længde af kontinuerlige kavitetslinjer hver med en min. længde på $50 \mu\text{m}$, og som opfylder linjetæthedskravet på mindst 100 kaviteter/mm i den relevante korngrænses linje, er under overvejelse i et billede med et areal på 100 cm^2 ved $500 \times$ forstørrelse.
- 6) Det anbefales, at skader uden for revner også er indikeret: eks. 4b/1; 4b/3bC eller 5/4a/3aK.
- 7) L_{max} = maksimal længde for revner, to revner tælles som én, hvis deres afstand er mindre end længden på den korteste revne, den samlede længde = samlet antal revner og ligamenter, der er anslået i revnens primære retning.

Anbefalet maksimalt antal driftstimer før genundersøgelse*):

Skadeklasse	14MoV63		13CrMo44 10CrMo910		X20CrMoV121	
	Bøjning	Svejsning	Bøjning	Svejsning	Bøjning	Svejsning
0 eller 1	50000	50000	100000	100000	120000	120000
2a	30000	30000	50000	50000	60000	60000
2b	15000	20000	25000	30000	30000	40000
3aK, C ⁶⁰	15000	20000	25000	30000	20000	25000
3bK, C ⁶⁰	10000	10000	15000	20000	10000	15000
4a	10000	10000	10000	15000	10000	15000
4b	5000	5000	5000	10000	5000	10000
5	Udskiftning	Reparation ¹⁰⁾	Udskiftning	Reparation ¹⁰⁾	Udskiftning	Reparation ¹⁰⁾

- 8) Skal udvælges i en analyse, hvor resultaterne fra inspektioner, belastningsanalyse og mikrostrukturel vurdering kan tillade maks. fordobling af inspektionsperioden under tilsvarende driftsforhold, især hvis den forløbne driftstid overskrider 100.000 t.
- 9) Små mængder af skader fra belastningslindring, som tilsyneladende ikke vokser i omfang, kan maks. tillade fordobling af inspektionsperioden på samme vilkår.
- 10) Eller revnevækstanalyse i henhold til fx standarden PD 6539:1994, vejledning til metoder til vurdering af revnevæksters indvirkning på betydningen af defekter i komponenter, der arbejder ved høje temperaturer, hvis det er aftalt mellem de relevante parter.

^{*)} De ovenfor angivne maksimale intervaller for genundersøgelse er i overensstemmelse med de anbefalinger, som VALB 211-rapporten (også kaldt "De nye Nordtest regler") anbefaler. VALB 211-rapporten kan findes på <http://www.ndt.net/abstract/ecndt98/290.htm>. Intervallerne gælder kun, hvis der i forvejen er tilvejebragt et NDT-grundlag, der er tilstrækkeligt til en forsvarlig bestemmelse af intervallerne. Er et tilstrækkeligt undersøgelsesgrundlag ikke tilvejebragt, bør der i stedet for anvendes retningslinjerne angivet i Nordtest NT NDT 010.

Genundersøgelsesintervaller for materialer, som ikke fremgår af tabellen, skal ejeren eller den ansvarlige bruger aftale med inspektionsorganet.

Anførte genundersøgelsesintervaller skal alene betragtes som vejledende anbefalinger af en periode for fornyet vurdering af krybeskadeudviklingen for et enkelt undersøgelsespunkt. Der bør derfor foretages en konkret vurdering i hvert enkelt tilfælde. Ved afvigende struktur ved replika eller for høj eller for lav hårdhed skal det aftales med inspektionsorganet, hvilke foranstaltninger der skal træffes i den konkrete situation.

8. Ændrede dimensionerende styrkeværdier

Man bør være opmærksom på, at der i konstruktionsgrundlaget kan være anvendt andre dimensionerende styrkeværdier for de anvendte materialer, end de normative dimensionerende styrkeværdier for et materiale. De afvigende styrkeværdier kan have betydning for levetiden. Det er derfor vigtigt, at det er de reelle styrkeværdier, der indgår i vurderinger af levetiden.

De dimensionerende styrkeværdier kan også være tidsafhængige. Det betyder, at styrkeværdierne for det pågældende materiale kan ændre sig over tid. Såfremt materialets tidsafhængige styrkeværdier reduceres væsentligt, kan det blive nødvendigt at udføre en ny levetidsberegning for de berørte komponenter (rør,

- Fjederunderstøtning/Bøjle
- Designniveau
- Understøtningsskala – Aflæsning:

- Total designbevægelse [mm]
- Designbelastning [N]:
 - Varm
 - Kold:
- Dato:
- Dato:
- Kold:
- Varm
- Aflæst af:

¹⁾ Data som oplyst af producenten

²⁾ KH – Konstantlast understøtning

KU – Konstantlast ophæng

FU – Fjederophæng

FS – Fixstop

FP – Fixpunkt

GL – Glideleje

STx – Styr $\Delta x = 0$

STy – Styr $\Delta x = 0$

Sx, y, z – Roterende fixpunkt

TILSTANDSKONTROL

Anlæg:

Blok:

Tegning:

System:

Komponenttyper:

S: Svejsning

F: Formstykke

B: Bøjning

L: Lige rør

V: Ventil

C: Føler

Undersøgelsesmetoder:

R: Replika

H: Hårdhed

M: Magnetpulver

U: Ultralyd

T: Tykkelsesmåling

D: Diametermåling

Nummer	År:			
	Driftstimer:			
	Metode:	R H M U T D	R H M U T D	R H M U T D
	Type:			
	Detailtegning:			
	Anbefalet genundersøgelse (driftstimer):			

De enkelte replika for det pågældende svejseom skal være identificerbare ved et nummer for at sikre sporbarheden. Numrene skal kunne genfindes på dimensionstegningerne af de pågældende komponenter.

Bilag 3: Krybeområdet begyndelse for forskellige materialer – vejledende temperaturangivelser

Materialebetegnelse EN	Tidligere betegnelse	Nr.	Krybeområdets begyndelse [°C]
	Ulegeret stål		400
	Mn-legeret stål		410
	17MnMoV64	1.8817	420
15NiCuMoNb5-6-4	15NiCuMoNb5	1.6368	420
	15CrMoV510	1.7745	465
10CrMo9-10	10CrMo910	1.7380	470
14MoV6-3	14MoV63	1.7715	500
13CrMo4-5	13CrMo44	1.7335	480
16Mo3	15Mo3	1.5415	470
X10CrWMoVNB9-2	P92	1.4901	465
X10CrMoVNB9-1	P91	1.4903	470
X10CrMoWVNB9-1-1	E911	1.4905	460
X20CrMoV11-1	X20CrMoV121	1.4922	480

Baggrund:

Bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr.

Læs også branchearbejdsmiljørådenes vejledninger mv.:

Branchearbejdsmiljørådenes vejledninger kan findes på www.bar-web.dk.

Arbejdstilsynet, den 1. oktober 2011

- 1) Bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr angiver krav om et program for levetidsundersøgelser "senest ved halvdelen af forbrugt levetid". Kravet ændres i forbindelse med en revision af bekendtgørelsen til "senest ved halvdelen af beregnet levetid".
- 2) Periodiske undersøgelser skal som minimum gennemføres i henhold til bestemmelserne i bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr.