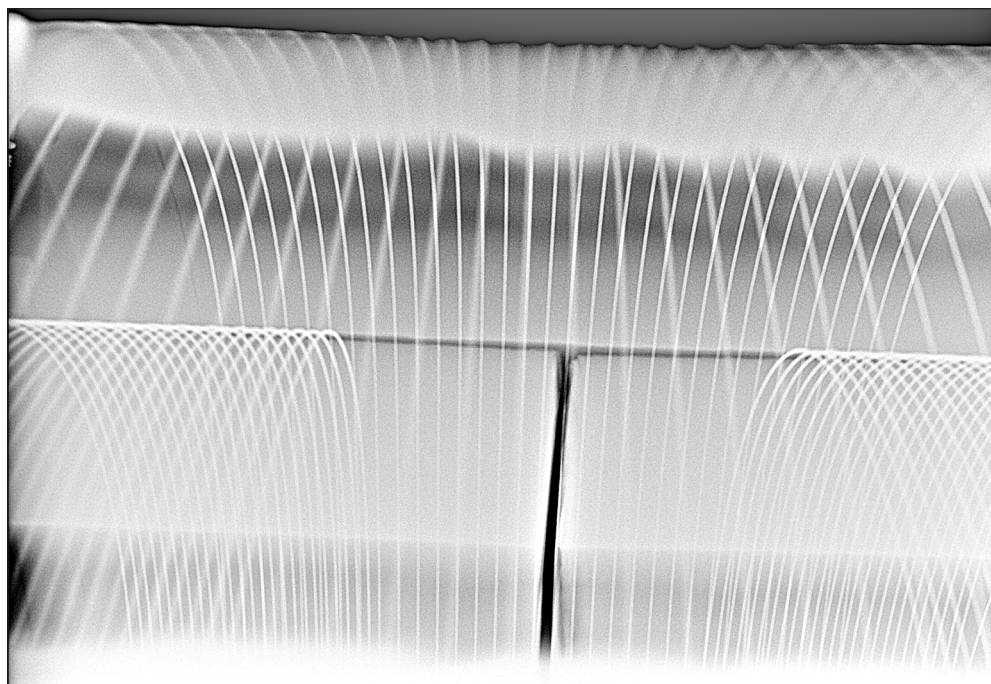


Kartläggning av certifieringskrav för PE-rör

Ebru Poulsen

Marie Allvar

Rikard Kärrbrant



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Rörsnät & Klimat
Avlopp & Miljö
Management

SVU styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Anna Linusson, Ordförande	Svenskt Vatten
Daniel Hellström, Utvecklingsledare	Svenskt Vatten
Per Ericsson	Norrsvatten
Tove Göthner	Sveriges Kommuner och Landsting
Tage Hägerman	Smedjebacken
Stefan Johansson	Skellefteå kommun
Kristina Laurell	Formas
Annika Malm	Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad
Lisa Osterman	Örebro kommun
Kenneth M. Persson	Sydvatten AB
Carl-Olof Zetterman	SYVAB

Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 14057
167 14 Bromma
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se
Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Kartläggning av certifieringskrav för PE-rör
Title of the report:	Mapping of certification requirements for PE pipes
Författare:	Marie Allvar, Swerea KIMAB AB, Rikard Kärrbrant, Swerea KIMAB AB, Ebru Poulsen, Stockholm Vatten VA AB
Rapportnummer:	2016-01
Antal sidor:	38
Sammandrag:	Kvaliteten hos tryckrör av polyeten har undersökts med fokus på standardisering, certifiering och intern kontroll. Förslag på förbättringar i kvalitetsarbetet i alla led har tagits fram. Toe-in som funktion av inre spänningar i rören undersöktes även.
Abstract:	The quality of polyethylene pressure pipes has been studied, focusing on standardization, certification and internal control. Suggestions for improvement in all areas of the quality assurance work have been developed. Toe-in as a function of internal stresses in the pipes was also investigated.
Sökord:	Toe-in, standardisering, INSTA-CERT, Nordic Poly Mark, röntgen, certifiering, EN12201, PE-rör
Keywords:	Toe-in, standardization, INSTA-CERT, Nordic Poly Mark, X-ray, certification, EN12201, PE-pipe
Målgrupper:	Rörproducenter, kravställare, VA-ingenjörer, certifieringsorgan
Omslagsbild:	Röntgenbild av elektromuffsvets. Foto: Thomas Henriksson, Inspecta
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2016
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB
Om projektet	
Projektnummer:	15-103
Projektets namn:	Kartläggning av certifieringskrav för PE-rör
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling, 4S Ledningsnät

Förord

Detta kartläggningsprojekt initierades inom 4S Ledningsnät efter ett flertal upptäckter av kvalitetsbrister på större polyetenrör på arbetsplatser där Stockholm Vatten bedrev ledningsarbete. De aktuella rören härstammade från en av de större tillverkarna på den nordiska marknaden.

Projektgruppen bestod av:

- Ebru Poulsen, Stockholm Vatten AB, Ledningsnät material
- Marie Allvar, Swerea KIMAB AB, Fogningsteknik
- Rikard Kärrbrant, Swerea KIMAB AB, Polymera material i korrosiva miljöer

Projektet genomfördes med bidrag från Svenskt Vatten Utveckling (SVU). Resultaten från projektet presenterades i tre delar vid 4S-konferensen i Stockholm den 20 oktober 2015.

Vi vill tacka alla de besökta tillverkarna för goda diskussioner och givande fabriksbesök, samt Thomas Henriksson och Rickard Långh på Inspecta Sweden AB för röntgenundersökningen.

Stockholm den 31/10 2015

Ebru Poulsen, Marie Allvar och Rikard Kärrbrant

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning.....	6
Summary.....	7
1 Bakgrund.....	8
2 Syfte och omfattning	9
3 Fas 1 – Granskning av standarder, certifiering och kvalitetssystem.....	10
3.1 Internationella standarder för PE-rörsystem	10
3.2 Andra standardiseringar på PE-rör inom Europa.....	12
3.3 Kvalitetssystem.....	15
4 Fas 2 – Mätning av toe-in och restspänningar	17
4.1 Metod	17
4.2 Resultat	20
5 Diskussion och slutsatser.....	23
5.1 Slutsatser och rekommendationer fas 1.....	23
5.2 Diskussion och slutsatser fas 2	24
6 Referenser.....	25
Bilaga 1 • Röntgen under svetsning.....	26
Svets 1 • Hallingplast.....	26
Svets 2 • KWH	28
Svets 3 • Uponor	31
Bilaga 2 • Exempel på tilläggskrav.....	34

Sammanfattning

Swerea KIMAB och den kommunala samarbetsorganisationen 4S Ledningsnät har kartlagt certifieringskrav för stora trycksatta polyetenrör (PE-rör) för dricksvatten i Sverige. Stockholm Vatten upptäckte kvalitetsbrister hos två olika tillverkare när dessa levererade rör som inte klarade kraven i gällande standard. Varför levererades rören? Vem kontrollerar kvaliteten, och vem kontrollerar kontrollorganen? Hur kan grossister och entreprenörer förbättra sin mottagningskontroll? Och vad kan VA-ledningsägarna göra för att sätta press på tillverkarna? Projektet har bland annat tagit fram rekommendationer till tillverkare, mottagare, certifieringsorgan och kravställare.

Projektgruppen besökte plaströrstillverkare och gjorde en kartläggning av standardiserings- och certifieringsorgan. På det sättet fick man en bild av arbetsgång, ansvarsfördelning och intressen. Tillverkarna väger tyngst i europeiska standardiseringsgrupper eftersom standardiseringsarbetet är tekniskt till sin natur. Ofta ligger det i tillverkarnas intresse att sitta i dessa grupper, och de kan därför finansiera sina åtaganden. Men det finns inget som hindrar att fler slutanvändare deltar i standardiseringsgrupper.

Ett enklare sätt för VA-ledningsägarna att påverka kvaliteten hos PE-rör är att i sin kravställning skriva in de specifika egenskaper man vill ha. För att detta ska kunna ske på ett bra sätt behöver kunskapsnivån höjas i VA-Sverige. Om kunskapen ökar kan kvaliteten höjas i nästa steg. Tillverkare och slutanvändare vill ha en tydligare dialog med varandra, men den är ofta svår att åstadkomma på grund av alla mellanhänder. De fall som har uppkommit med underkända rör tyder på bristande kunskap hos distributörer, grossister och entreprenörer.

Som hjälp för bättre kvalitetskontroll har projektet tagit fram ett dokument för mottagningskontroll så att grossister och entreprenörer kan kontrollera att rören möter standardens och beställarens krav. Projektet föreslår kvalitetshöjande åtgärder och kontroller av lägningsarbetets kvalitet, till exempel procedurtester som behöver följas upp av beställaren. 4S Ledningsnät kommer i fortsättningen att arbeta med att ta fram upphandlingsunderlag som kan ge medlemmarna stöd för att ställa högre krav på kvalitetsuppföljning av polyetenrör.

Summary

Swerea KIMAB and 4S Ledningsnät has been running a project to map the certification requirements for large polyethylene pipes (PE pipes) in Sweden. Quality defects at two independent manufacturing sites were discovered, where pipes not meeting the requirements of applicable standards were delivered. The lack of clear answers to the question why these pipes were delivered pushed the issue further – who checks the quality and who controls the controller?

By visiting pipe manufacturers and mapping out the standardization and certification work, a clearer view of quality assurance, responsibilities and interests was developed. A natural consequence of the technical nature of standardization is that producers are the largest group in the European standardization groups. In order to make informed decisions, detailed knowledge of the field is required, which to a greater extent can be found at the manufacturers. It is also often in the manufacturers' interest to be in these groups - thus they can finance their commitments. However, there is nothing preventing more end users from participating in the standardization.

Another way to influence the quality of PE pipes is through the certification common in Scandinavia, Nordic Poly Mark issued by the association INSTA-CERT. The structure of INSTA-CERT allows end users to take part in groups that make recommendations to the certification requirements. Yet another way, the easiest if the knowledge is available, is to enter details in the requirements specification when purchasing pipes. A clear dialogue between producers and end users is requested from both parties but is often difficult due to all the intermediaries, but likely necessary for quality improvements.

The overall objective of the project was to raise the awareness of quality and knowledge in water and sewerage companies in Sweden. Raising the awareness and knowledge can in a second step increase the quality. The cases that have arisen with the sub-standard pipes supplied indicate knowledge gaps on several levels – at distributors, wholesalers and contractors. As a help to those, a document for inspection of pipes has been developed to make sure that the pipes meet the standards and requirements of the purchaser.

An experiment was carried out to examine whether the internal stresses in the pipes causes “toe-in” when welding. Toe-in means that the end of the pipe will shrink over time, which can cause problems when welding. Therefore, there is a requirement that any toe-in on the pipes should be cut off so that fresh material can be welded. However, it has been noted that toe-in sometimes is seen on radiographs of electrofusion welds when the pipes before welding did not show toe-in. In this study, the relationship between stress and toe-in could not be shown, which may be due to the stress level of the examined pipes not being high enough, or that toe-in is not accelerated by electrofusion welding.

1 Bakgrund

Swerea KIMAB AB och 4S Ledningsnät har drivit ett projekt för att kartlägga certifieringskraven av stora polyetenrör (PE-rör) i Sverige. Projektiden uppkom då bland andra Stockholm Vatten VA AB upptäckte kvalitetsbrister och bristande åtgärder vid kvalitetsavvikelser på PE-rör av större dimensioner. På grund av detta identifierades ett behov av att grundligt undersöka hur kontroller utförs och av vem de utförs.

I förstudien påvisade Stockholm Vatten kvalitetsbrister hos två av varandra oberoende tillverkningsprocesser och att trots att egenkontroller hos certifierade plaströrstillverkare utförs har rör som är underkända enligt standard levererats till slutkund. Detta tyder på att det även råder bristande kompetens hos distributörer, grossister och entreprenörer angående hur en mottagningskontroll ska utföras.

Ett mål med projektet var att hitta eventuella områden där förbättringar är möjliga och föreslå lämpliga åtgärder. En av frågorna var huruvida nivån på kraven för t.ex. Nordic Poly Mark-märkningen är lämplig, och om förfarandet för certifiering kan förbättras. Ytterligare ett fokus var på kvalitetsuppföljning i alla led, d.v.s. hur man som VA-ledningsnätsägare kan säkerställa att egenkontroller utförs hos grossister och entreprenörer genom mottagningskontroll, och hur man vid behov kan öka kvalitetskraven ytterligare jämfört med standard genom att kravställa på ett lämpligt sätt.

Projektet innehöll även en experimentell del, där uppkomsten av toe-in vid elektromuffsvetsning som funktion av inre spänningar i röret undersöktes. Hypotesen var att värmen från svetsningen accelererar förloppet, och att problemet blir större då rören har stora inre spänningar uppkomna genom snabb extrudering och kylning.

2 Syfte och omfattning

Projektets syfte var att djupdyka och kartlägga omfattningen av certifiering för plaströrstillverkning, hur certifieringen fungerar, vad kraven i relevanta normer och standarder säger angående kvalitetskontroll och hur dessa kvalitetskrav följs upp i tillverkningsprocessen hos producenten. Vidare utfördes en kartläggning av vilka som kontrollerar vad i processerna hos producenterna. Genom ökad insikt i frågor som denna kan VA-branschen som helhet och kommunala aktörer vid behov sätta press på tillverkarledet att vidta föreslagna åtgärder, ta ansvar och uppfylla det som utlovas.

Undersökningen begränsades till kvalitetsuppföljningar hos företag som levererar större PE-rör ($\geq$ DN560) till den svenska marknaden. Vidare begränsades projektet till att endast omfatta tryckrör för dricksvatten.

Projektets mål var att:

- Kartlägga branschbindningar vid framtagning av certifieringar.
- Kartlägga innehållet i certifieringsnormerna och hur kvalitetskontroller/certifieringskraven utförs och följs inom plaströrsindustrin.
- Ta fram förslag på skärpta krav för kontrollförfarande vid certifieringsrevision hos producenten.
- Utredda om inre spänningar i polyetenrör ger upphov till toe-in vid svetsning med elektrosvetsmuff.

Projektet delades in i två faser enligt nedan.

Fas 1: Granskande del med fokus på kartläggning av branschbindningar, standarder och certifieringsförfarande samt kvalitetsarbete och dess uppföljning vid tillverkning av PE-rör. Besök hos fem olika producenter av stora tryckrör av PE för att se hur kvalitetsarbetet ser ut på plats

Fas 2: Experimentell del med fokus på att, med oförstörande och förstörande provning, undersöka restspänningar från tillverkningen och deras eventuella inverkan på toe-in vid elektromuffsvetsning.

3 Fas 1 – Granskning av standarder, certifiering och kvalitetssystem

3.1 Internationella standarder för PE-rörsystem

En standard definieras som: *”dokument, upprättat i konsensus och fastställt av erkänt organ, som för allmän och upprepad användning ger regler, riktlinjer eller kännetecken för aktiviteter eller deras resultat, i syfte att nå största möjliga reda i ett visst sammanhang.”* (<http://www.sis.se/tema/forvaltning/Guide/>)

Standarder inom alla olika områden i samhället är viktiga då produkter från olika tillverkare ska kunna användas utbytbart. Innan industriell standardisering kunde två olika verkstäder producera två olika skruvar. Framtida reparationer krävde stor lagerhållning och produktion av väldigt många varianter av i princip samma produkt. Genom att standardisera dimensioner, stigning, etc. blev skruvarna utbytbara.

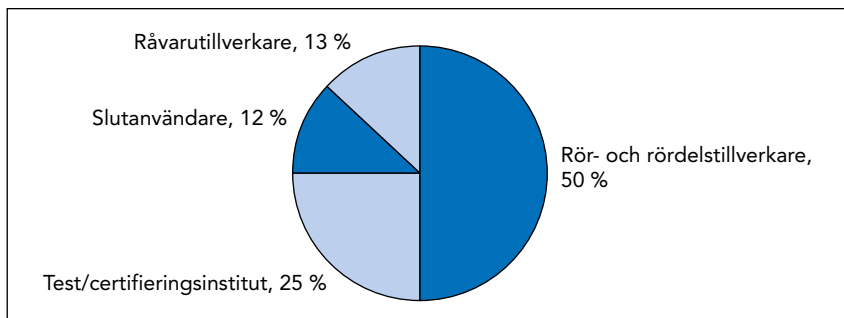
Samma princip gäller än idag och i praktiskt taget alla industrier. Standarder är alltså de dokument som gör det möjligt för flera olika producenter och köpare att på förhand veta vad som ska tillverkas och användas, samt vilka egenskaper hos produkten som man kan förvänta sig. Utan standarder skulle varje större upphandling kräva en större mängd arbete för beställare och leverantör för att komma överens. Icke-standardiserade komponenter ökar också risken för framtida kompatibilitetsproblem om en viss produkt som upphört krävs för reparation.

I världen finns flertalet internationella standardiseringsorgan, vars standardiseringssystem har varierande spridning på grund av historiska skäl. Det största och mest kända organet är International Organization for Standardization, oftast kallad ISO, som utvecklar standarder i de flesta industrier. Organisationen består av 162 medlemsländer och deras nationella standardiseringsorganisation [1]. För plaströr i Europa är det de europeiska EN-standarderna (Europeisk Norm) som är vanligast, och de har därmed varit i fokus under projektets gång. Tryckrör i PE för dricksvatten omfattas av standarden EN-12201. Denna utvecklas av standardiseringsorganet CEN (European Committee for Standardization) tillsammans med de europeiska medlemsorganisationerna. När en EN-standard får status som nationell standard sätts den nationella förkortningen framför, ex. SS-EN-12201 i Sverige.

Den svenska medlemsorganisationen är SIS (Swedish Standards Institute) och inom SIS finns tekniska kommittéer (TK) som bevakar och arbetar med ett specifikt tekniskt område. Standardarbetet med SS-EN 12201 bedrivs i SIS/TK 226 under namnet ”Plaströrssystem” där intressenter från producenter, testföretag, forskningsinstitut, och slutanvändare finns representerade. Arbetet i TK 226 projektleds av SIS och den kompletta sammanställningen framgår av Tabell 3-1 och Figur 3-1.

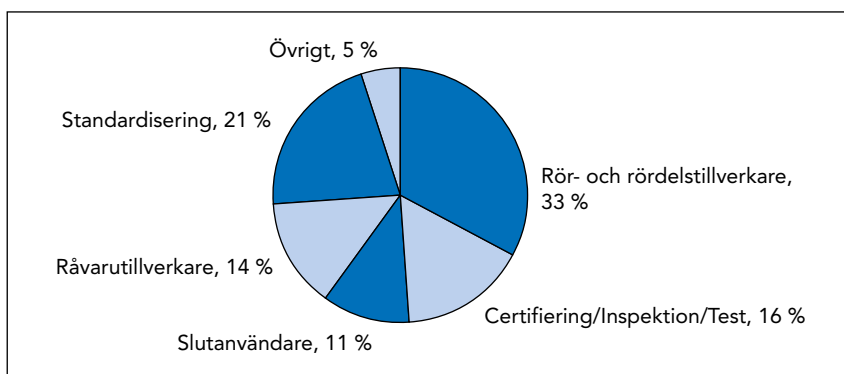
Tabell 3-1 Medlemsföretag i SIS/TK226.

TK 226 – medlemsföretag	
Borealis AB, Stenungsund	SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut AB
Exova AB, Nyköping	Stockholm Vatten VA AB, STOCKHOLM
PipeLife Sverige AB, LJUNG	Uponor AB, FRISTAD
PipeLife Sverige AB, ÖLSREMMA	Uponor AB, Virsbo



Figur 3-1 Sammansättningen i SIS/TK 226 [2].

Majoriteten av företagen i TK 226 är antingen rörtillverkare eller materialtillverkare. En liknande fördelning kan ses även i CENs arbetsgrupp för samma standard. Inom CEN delas arbetet på liknande sätt in i tekniska kommittéer, TC (Technical Committee), som i sin tur består av arbetsgrupper, WG (Working Group), där standarderna utvecklas. Den relevanta arbetsgruppen är CEN/TC155/WG12 där TC155 står för området ”Plastics piping systems and ducting systems” och WG12 för ” Pressure systems of polyolefin material for gas supply, water supply and drainage and sewerage”. Arbetsgrupperna består av en sammankallare, sekreterare och individuella experter. Alla behöver redovisa sin finansiär och fördelningen i Figur 3-2 visar vilken kategori de olika delegaternas företag eller organisation tillhör.



Figur 3-2 Fördelning av medlemmarna i CEN/TC155/WG12 med deras respektive tillhörighet baserat på uppgivna mailadresser. Totalt antal deltagare var 63 då informationen sammanställdes (2015).

Även i denna arbetsgrupp står rör- och rördelstillverkare tillsammans med råvarutillverkarna för en stor andel (47 %). Kategorin ”Standardisering” motsvarar delegater från standardiseringsorganen, så som SIS, SFS, och DIN. De företrädar respektive lands tekniska kommitté. Bland de slutan-

vändare som finns representerade i den här arbetsgruppen är i stort sett samtliga gasdistributörer (6 av 7) medan den sista är ett oljeföretag utan egen råvaruproduktion. Att inga VA-bolag finns representerade är anmärkningsvärt då de är en stor brukare av produkterna som gruppen utvecklar standarder för.

3.2 Andra standardiseringar på PE-rör inom Europa

Innan genomslaget för EN-standarderna kom fanns det ett flertal nationella standarder. De nationella standarderna har på ett sätt levt kvar i många fall genom att nya certifieringar skapats i de fall där man ansett att EN-standarderna inte uppfyller de krav man upplevde att man hade innan. Exempel på detta är märkningar så som Nordic Poly Mark (NPM), DVGW, och Kiwa Water-Mark. Nordic Poly Mark är den vanligaste kompletterande märkningen i de nordiska länderna och administreras av INSTA-CERT. NPM-märkningen uppkom då man ville bevara nordiska byggtraditioner och säkerställa att produkterna lever upp till de ibland högre kraven som ställs på grund av det kyliga klimatet. Ett exempel på detta är slaghållfasthet som i vissa fall specificeras vid lägre temperatur än i europeiska normer.

INSTA-CERT är en sammanslutning mellan fyra nordiska certifieringsorgan. Förutom trycksatta PE-rör så certifieras ett flertal andra rör- och byggnadsprodukter. Det finns flertalet andra NPM-märkta produkter men dessa behandlas ej i denna rapport då de ligger utanför ramen för projektet. Certifikat som delas ut av INSTA-CERT erkänns och kan användas i Sverige, Danmark, Norge, och Finland. De certifieringsorganisationer som utgör INSTA-CERT och dess styrelse finns listade i Tabell 3-2.

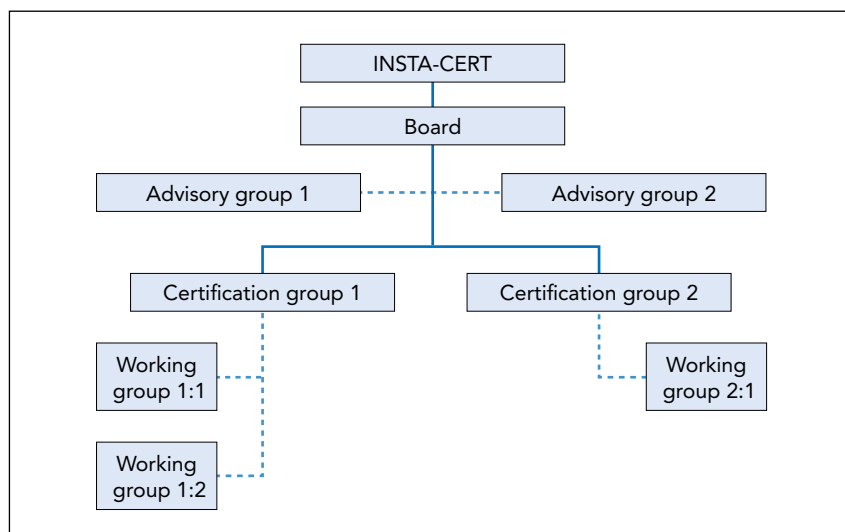
Tabell 3-2 Sammansättningen av INSTA-CERT:s styrelse.

INSTA-CERT:s styrelse
Inspecta Sertifiointi, Finland
NEMKO, Norge
SP Certifiering, Sverige
Dancert A/S, Danmark

Styrelsen (Board) utgörs av en representant från varje certifieringsorgan. Under styrelsen arbetar "Certification Group" (CG), Tabell 3-3, med det praktiska arbetet med att utforma och uppdatera de certifieringsdokument, "Specific Rules for Nordic Certification" (SBC), som ska uppfyllas för att en produkt ska märkas INSTA-CERT/NPM. Under CG arbetar "Working Group" (WG), Tabell 3-5, med att tillsammans med CG utveckla SBC:er. SBC:erna innehåller kraven som en produkt ska uppfylla för att få märkas med NPM. Samtliga SBC:er finns tillgängliga för nedladdning på INSTA-CERT:s hemsida.

Slutligen finns en "Advisory group" (AG), Tabell 3-4, vilken verkar rådgörande. AG:s uppdrag är bland annat att ge rekommendationer angående föreslagna SBC:er och certifieringsscheman, samt att sprida information kring nya produkter som behövs eller tillkommit på marknaden. Figur 3-3

visar en schematisk bild över INSTA-CERT:s uppbyggnad och sammansättningen uppdelat efter kategori finns grafiskt sammanställt i Figur 3-4.



Figur 3-3 INSTA-CERT:s organisation. [3]

Tabell 3-3 INSTA-CERT:s "Certification group".

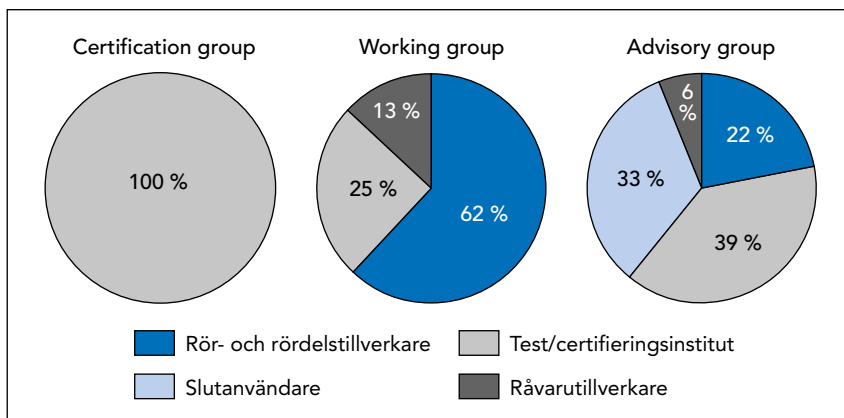
Certification group
Dancert
Inspecta Sertifiointi Oy
Nemko
SP Certifiering

Tabell 3-4 INSTA-CERT:s "Advisory group".

Advisory group	
Företag/organisation	Kategori
Svenskt Vatten	Slutanvändare
Norsk Vann	Slutanvändare
DANVA	Slutanvändare
VVY	Slutanvändare
VVS-installatörerna	Slutanvändare
Helsingfors stad byggnadstillsynsverket	Slutanvändare
Dancert	Certifieringsgrupp
Inspecta Sertifiointi Oy	Certifieringsgrupp
Nemko	Certifieringsgrupp
SP Certifiering	Certifieringsgrupp
SP provning	Kontroll/ provningsorganisation
DTI	Kontroll/ provningsorganisation
VTT	Kontroll/ provningsorganisation
NPG	Tillverkare
Uponor	Tillverkare
Wavin	Tillverkare
Pipelife	Tillverkare
Meltex Plastics	Tillverkare
Finska Plastindustriförbundet	Tillverkare
Borealis	Råvarutillverkare

Tabell 3-5 INSTA-CERT:s "Working group".

Working group	
Företag/organisation	Kategori
SP provning	Kontroll/ provningsorganisation
DTI	Kontroll/ provningsorganisation
NPG	Tillverkarorganisation
Finska Plastindustriförbundet	Tillverkarorganisation
Pipelife	Tillverkare
Uponor	Tillverkare
Wavin	Tillverkare
Borealis	Råvarutillverkare



Figur 3-4 De olika sammansättningarna i INSTA-CERT:s olika arbetsgrupper [4].

Hur en certifiering generellt går till och vilka skyldigheter respektive part har framgår av INSTA-CERT:s "General Rules for Certification" (GRC).

Ett otydligt moment i INSTA-CERT:s arbete som framgått under projektets gång är hur avvikelser vid kontrollbesök hanteras. I dagsläget finns ingen publik information kring hur avvikelser hanteras och graderas. Ett mer transparent system där alla vet vilka avvikelser som bedöms som allvarligast samt tidsramen en tillverkare har för att åtgärda dessa innan märkningsrätten dras in är önskvärt ur ett slutanvändarperspektiv.

3.2.1 Skillnader mellan SBC EN-12201 och EN-12201

Ett av argumenten som ofta framhålls vid marknadsföring av NPM är att produkterna certifierats mot krav som motsvarar de nordiska förhållandena och byggnadstraditionerna [5]. Vid jämförelse av kraven i den europeiska EN-12201 med SBC EN-12201 ställs det tilläggskrav på att råvaran som används är certifierad samt att rörens påverkan på kvaliteten på dricksvattnet ska klara specifika tester [6]. De relativt få tilläggskraven kan kanske förklaras av att EN-12201 redan specificerar rör av kvalitet som passar de nordiska förhållandena.

Förutom högre krav på produkten kräver SBC EN-12201 även att tillverkningsprocessen uppfyller specifika kvalitetskrav. NPM-märkningen innebär att tillverkaren granskas av en extern part 2 gånger per år [7]. Vid revisionen kontrolleras att kvalitetsarbetet utförs som utlovat. Detta inklu-

derar bland annat att dimensionerna på rören mäts regelbundet (minst var 8:e timme), att tryckprovning sker regelbundet, och att inkommande råvara testas med avseende på materialegenskaper. EN-12201 föreskriver samma krav men innehåller inga tidsangivelser på hur ofta testerna behöver utföras.

3.2.2 Påverkan inom standardisering och kvalitetskrav för PE-rör

Bakgrunden till projektet var att förstå i vilka led kvalitetsarbetet eventuellt brister och komma med förslag på förbättringar. Om man anser att kraven på rören inte är tillräckliga skulle ett rimligt tillvägagångssätt vara att förändra de olika standarderna som föreskriver vilka krav PE-rör ska uppfylla. Detta kräver dock ofta mångårigt engagemang, kunskap och erfarenhet, samt mycket tid och gränsöverskridande samarbete. För en slutanvändare är ett sådant arbete kanske inte det mest lämpliga och tidseffektiva. En alternativ metod, och väsentligt mycket snabbare, är att skriva in de önskade kvalitetskraven i upphandlingar, förfrågningsunderlag, och dylikt.

Några exempel på tillämpliga krav som framkommit under projektets gång finns summerade i Bilaga 2 Exempel på tilläggskrav.

3.3 Kvalitetssystem

3.3.1 Fabriksbesök

Fem polyetenrörstillverkare besöktes under projektets gång – Pipelife i Ljung, Wavin i Kjula, Hallingplast i Ål (Norge), Uponor i Vasa (Finland) och egeplast i Greven (Tyskland). Vid varje besök hölls möten med kvalitets- och produktionstekniskt ansvariga personer. Diskussioner kring certifiering, standardarbete, kvalitetssystem och den egna produktionen hölls. Rundvisningar i fabrikena anordnades och projektgruppen fick se extrudering och produktionskontroll under verkliga produktionsförhållanden.

Gemensamt för alla besökta fabriker var att ett uttalat kvalitetsarbete på en högre nivå än den som föreskrivs i EN 12201 och SBC EN 12201 pågick, bland annat gällande provningsfrekvens där alla besökta företag mäter geometriska egenskaper minst dubbelt så ofta som certifieringskraven i SBC EN 12201 anger för rör i de undersökta dimensionerna.

Dokumentationen sparas enligt godkända rutiner hos alla, dock finns en skillnad i graden av automation och datoriserad lagring. I ena änden av skalan finns helt manuell dokumentation med pappersprotokoll som lagras i pärmar, och i andra änden finns automatisk mätning som lagras digitalt. Däremellan finns manuella mätningar som förs in i en dator.

Hanteringen av kvalitetsavvikelser skiljer sig också åt mellan företagen, där det mest utvecklade exemplet är kontinuerlig mätning av rören med ultraljud. Vid avvikelser ljuder ett alarm – då finns möjligheten för en operatör att justera processen. Om inga justeringar utförs kapas röret automatiskt i korta längder som sedan skrotas alternativt återanvänds – de kapade längderna kan efter inspektion från kvalitetspersonal krossas och användas till nya rör.

Återanvändning av egna kasserade rör förekommer för PE-rör för tryckapplikationer i varierande procentuell andel. Det finns dock inget i stan-

dard eller SBC som hindrar detta så länge rören klarar de ställda kraven. De flesta företag återanvänder inte kasserat material till tryckrör alls då det finns andra mindre krävande applikationer sådant material kan användas till, t.ex. trycklösa rör och kabelskyddsrör. Ett annat exempel är ett företag som använder upp till 30 % återvunnet PE för tryckrör om inte annat specificeras i upphandlingen.

I de flesta fall gäller manuell hantering för att undvika att felaktiga rör går till försäljning. Mätningar med mätklocka och diametermåttband och därefter godkännande av operatör eller kvalitetsinspektör är den vanligaste metoden för att bestämma och godkänna kvaliteten hos rören innan leverans.

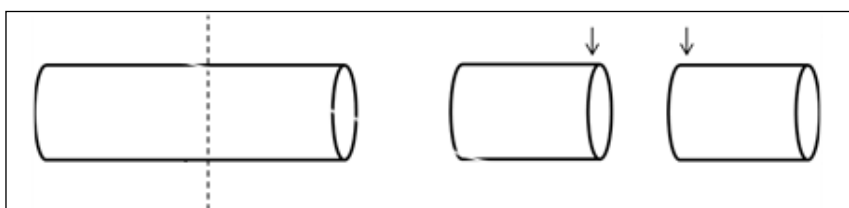
Dokumentation/certifikat för specifika rör efterfrågas sällan enligt tillverkare men skulle kunna vara möjligt om intresset finns. Några av de besökta fabrikerna levererar redan idag, på förfrågan, rör med dokumentation för mått längs hela rörets längd.

4 Fas 2 – Mätning av toe-in och restspänningar

4.1 Metod

4.1.1 Toe-in-mätning

Mätningar på om toe-in uppkommer som funktion av inre spänningar utfördes på rör från tre olika tillverkare, Tabell 4-1. Hallingplast- och Uponor-rören var nyinköpta och relativt nytillverkade PE100-rör, medan KWH-rören var äldre rör från Stockholm Vattens lager (uppskattningsvis ca 5–10 år gamla). Dessa rör var av PE80-material. Rören konditionerades i minst 24 timmar i inomhusmiljö för att samtliga rör skulle ha samma temperatur vid provning. Rören kapades enligt Figur 4-1 och svetsades sedan direkt (inom 3,5 timmar). Röntgenbilder togs i övre och nedre kant av röret innan svetsning och efter ca ett dygn då röret svalnat fullständigt. Under förvärmning, svetsprocess och kyltid togs bilder kontinuerligt av rörets övre kant. Svetsparametrar och information om rören visas i Tabell 4-1. Elektrosvetsmuffen som användes var av en modell med två separata svetszoner och två svetsmaskiner användes parallellt.



Figur 4-1 *Procedur för tillverkning av provsvets där toe-in mättes under elektromuffsvetsprocessen. De två nykapade ändarna användes, då erfarenheten säger att ytterändarna ofta redan har mätbar toe-in.*

Tabell 4-1 *Svetsparametrar och information om rören.*

Rör-ID	Rörtillverkare	Rörtyp	Elektrosvetsmuff	Svetsparametrar
1	Hallingplast	PE100 SDR11 PN 16 DN 560	Friatec	Förvärmning: 865 s Svetstid: 870 s Kyltid: 40 min
2	KWH	PE80 SDR11 PN10 DN 560	Friatec	
3	Uponor	PE100 SDR11 PN16 DN 560	Friatec	

Den toe-in som uppkommer omedelbart efter kapning mättes med bladmått mot en rak kant, Figur 4-2.



Figur 4-2 Toe-in mäts med bladmått mot en rak kant omedelbart efter kapning och precis innan skrapning.

Uppställningen av röntgenutrustningen visas i Figur 4-3.



Figur 4-3 Röntgenutrustning, uppställd för att ta bilder i överkant av röret och muffen. Strålkällan visas till vänster om röret och detektorn till höger.

4.1.2 Restspänningsmätning

Restspänningar, eller inre spänningar, kommer från extruderingsprocessen och nivån på dessa varierar beroende på kylningsförfarandet vid extruderingen. Utvändig kylning resulterar i att röret stelnar från ytterytan och inåt. När materialet stelnar krymper det och det innersta skiktet som stelnar sist, vill krympa inåt. På grund av att de yttre skikten redan stelnat är detta omöjligt och därigenom uppstår dragspänningar i innerytan och tryckspänningar i ytterytan.

Ett förstörande prov för att uppskatta restspänningar i rören är att mäta diameterförändringen hos en avkapad ring från röret med en sågad "slits", Figur 4-4.



Figur 4-4 Vid uppslitsning av ringen minskar diametern beroende på inre dragspänningar i innerskiktet.

Ett antagande om att spänningarna har en linjär fördelning över godset möjliggör beräkning av spänningsnivån i enlighet med ekvation 4.1 [8].

$$\sigma = \frac{a}{(\pi D_m - a)} \left(\frac{s}{D_m} \right) E \quad \text{Ekv. 4.1}$$

där E är materialets krypmodul, s vägg tjocklek, D_m medeldiameter (D_{-s}) och a är förändringen i omkrets innan och efter uppslitsning. Krypmodulen är tids- och materialberoende och bör för exakta beräkningar mätas för respektive material men en grov uppskattning kan fås genom att anta generella värden för PE80 (900 MPa) och PE100 (1 200 MPa) för den omedelbara förändringen i omkrets vid uppslitsning [8].

Provningsen genomfördes för att undersöka eventuella samband med toe-in-mätningarna under svetsning. Ett prov per rör utfördes. Då Hallingplast- och Uponor-svetsarna bestod av två delar av samma rör användes en bit per svets, totalt fyra prov. Enligt rekommendationer bör längden av rörbiten vara minst samma som diametern hos röret för att resultaten ska bli korrekta. Kortare längd kan medföra en underskattning av de faktiska spänningarna hos röret. Av praktiska skäl kunde detta inte tillses i denna studie, utan kortare längder användes.

4.2 Resultat

4.2.1 Toe-in-mätning

Mätningarna av toe-in visas i Tabell 4-2. Notera att ytterdiametern på Svets 2 låg strax under toleranskraven (minimum 560,0 mm) enligt EN 12201-2.

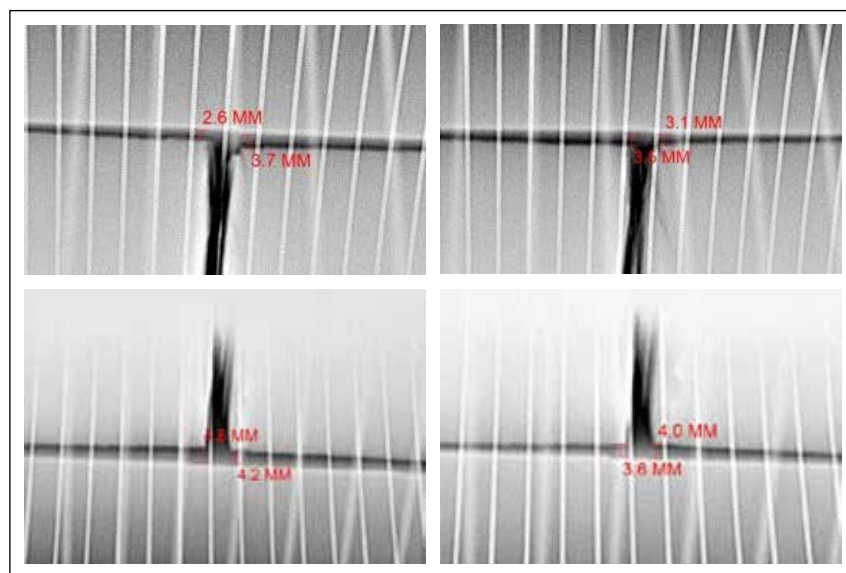
Tabell 4-2 Initial diameter och värden på toe-in efter kapning (Toe-in 1) och innan skrapning (Toe-in 2).

Rör-ID	Sida	D innan kap	Tid 1 efter kap	Toe-in 1	Tid 2 innan skrap	Toe-in 2
1	Vänster	560,5 mm	12.35	0,7 mm	14.10	1,0 mm
	Höger		12.35	0,6 mm	14.10	1,2 mm
2	Vänster	559,5 mm	8.00	0,6 mm	11.00	0,9 mm
	Höger		8.05	0,4 mm	10.50	0,4 mm
3	Vänster	560,5 mm	13.20	1,1 mm	14.10	1,3 mm
	Höger		13.20	1,0 mm	14.15	1,3 mm

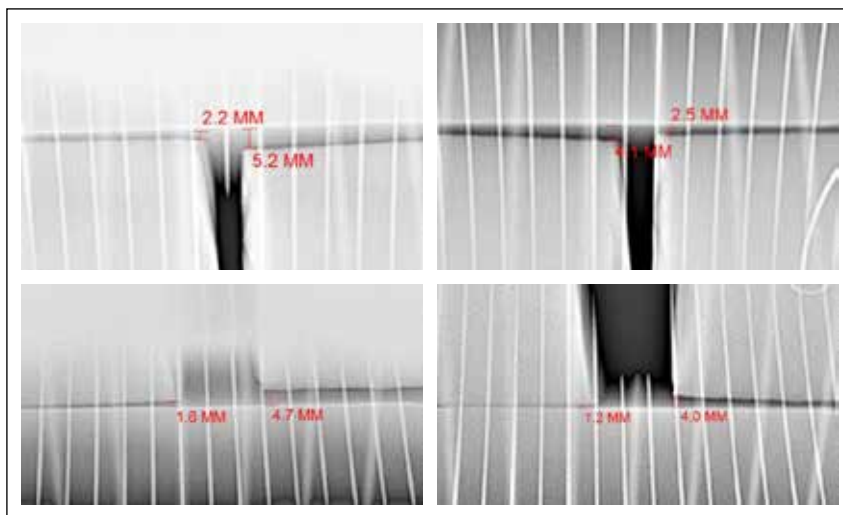
4.2.2 Röntgenbilder av svetsarna

Före/efter-bilderna av övre och nedre kant av Svets 1–3 visas i Figur 4-5, Figur 4-6 och Figur 4-7. Bilderna till vänster är tagna omedelbart innan svetsning, bilderna till höger är tagna ca ett dygn efter svetsning. Bilder av svetsarna tagna kontinuerligt under svetsning visas i Bilaga 1 Röntgen under svetsning.

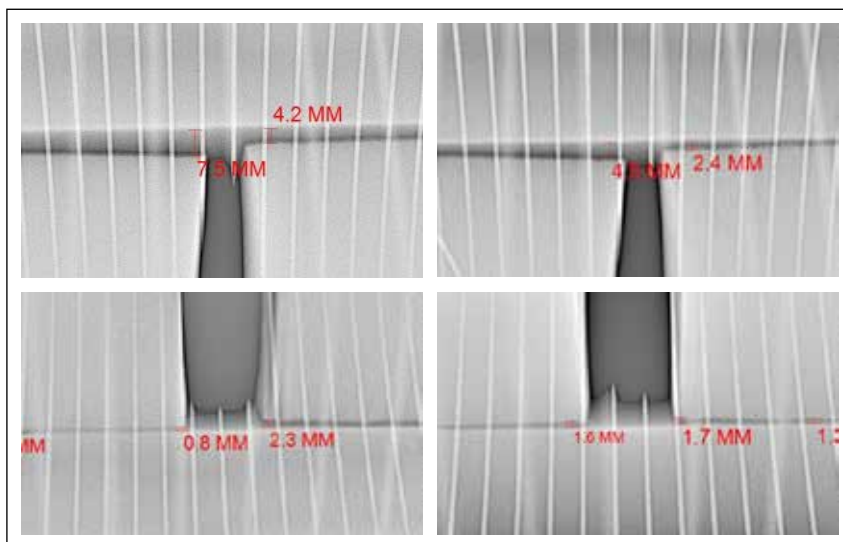
Ingen tydlig toe-in kunde observeras. Rörelser i svetszonen och till viss del i inre kylzonen förekommer dock under svetsning i takt med att plasten smälter och stelnar. Rörelserna uppkommer relativt sent i processen vilket visar vikten av spänningsfri installation under svets- och kyltiden.



Figur 4-5 Röntgenbilder av Svets 1, före/efter svetsning (vänster/höger), övre/undre kant (övre/undre).



Figur 4-6 Röntgenbilder av Svets 2, före/efter svetsning (vänster/höger), övre/undre kant (övre/undre).



Figur 4-7 Röntgenbilder av Svets 3, före/efter svetsning (vänster/höger), övre/undre kant (övre/undre).

4.2.3 Restspänningsmätning

Den uppmätta diametern på de fyra kapade rörbitarna vid tidpunkterna strax innan och efter kapning samt 1, 10 och 100 timmar efter kapning visas i Tabell 4-3.

Tabell 4-3 Medeldiameter på de fyra uppslitsade rörbitarna.

Rör-ID	D innan kap	D efter kap	D efter 1h	D efter 10h	D efter 100h
1	559,3 mm	547,8 mm	541,0 mm	535,5 mm	528,3 mm
2:1	559,3 mm	551,5 mm	547,3 mm	544,3 mm	540,3 mm
2:2	558,3 mm	551,3 mm	547,0 mm	543,5 mm	539,8 mm
3	559,5 mm	551,0 mm	545,3 mm	541,0 mm	535,5 mm

De uppslitsade rörbitarna med urtagna segment visas i Figur 4.8



Figur 4-8 Uppslitsade rörbitar, ca 100 timmar efter kapning. Uppe till vänster: prov 1 Hallingplast, uppe till höger: prov 2 KWH:1, nere till vänster prov 2 KWH:2, nere till höger prov 3 Uponor.

Ungefärliga spänningsnivåer hos de olika rören visas i Tabell 4-4.

Tabell 4-4 Ungefärliga ringspänningsnivåer hos de svetsade rören.

Rör-ID	Spänning
1	3,0 MPa
2:1	1,6 MPa
2:2	1,4 MPa
3	2,2 MPa

5 Diskussion och slutsatser

5.1 Slutsatser och rekommendationer fas 1

För att uppnå bästa möjliga kvalitet på slutprodukten, i detta fall ledningsnätet, krävs kvalitetstänk i alla led. I detta projekt har det uppkommit en mängd idéer som kan vara en hjälp för att förbättra kvaliteten generellt. Dessa har delats upp i fyra kategorier enligt nedan.

5.1.1 Rekommendationer till tillverkare

- Automatisera kvalitetsmätningar och dokumentation så långt det är möjligt. Kontrollera manuellt.
- Tydlig dialog med slutkund
- System för att säkerställa korrekt handhavande av felaktiga rör, här bör inverkan av mänskliga faktorn minimeras för att undvika att felaktiga rör säljs
- Diskutera eventuella avvikelser med kund, då vissa avvikelser kan hanteras vid installation

5.1.2 Rekommendationer till mottagare

- Använd ett standardiserat mottagningskontrolldokument, anpassat efter egna kraven, och kontrollera inkommande material
- Utbilda personal inom kvalitet, t.ex. kontrollantutbildning

5.1.3 Rekommendationer till certifieringsorgan

- Objektivitet vid uppföljning av avvikelser, inför ett gemensamt och publikt graderingssystem för avvikelser med definierade sanktioner
- Öka transparensen i beslut och motiveringar till beslut genom att synliggöra beslut på hemsidan
- Involvera slutkund/brukarorganisationen i "Certification Group" (CG) och i "Working Group" (WG) så att det finns en samsyn i vilka tilläggskrav i SBC:erna som är viktiga för slutkund. På så sätt kan de tillsammans utveckla och utöka kraven i SBC:er för att höja kvalitén på plaströr.
- Involvera slutkund/brukarorganisation som t ex VA bolag i större uttäckning i "Advisory Group" (AG) för att ta in deras synpunkter från ett användarperspektiv

5.1.4 Rekommendationer till kravställare

- Skriv in specifika krav i upphandlingsdokumenten.
- Kräv mottagningskontroll/kvalitetsarbete i alla led.
- Kräv procedurtest/provning på plastfogen innan lägningsarbetet startar.
- Utbilda personer som ska ställa kvalitetskrav.
- Utveckla en kunskapsbank inför framtida upphandlingar, innehållande bra/sämre erfarenheter, möjliga kravställningar, etc.
- Tydlig dialog med tillverkare.
- Engagera fler i grupper för standard- och/eller certifieringsutveckling.

(Se även bilaga 2)

5.2 Diskussion och slutsatser fas 2

En hypotes är att alltför snabb extrudering och därmed accelererad kylning kan medföra rör med så stora inre spänningar att ej hanterbar toe-in uppstår under svetsning. Inga stora skillnader mellan rören kunde observeras vid svetsning och ingen tydlig korrelation mellan förstörande och oförstörande provning kunde bevisas.

Eventuella felkällor i restspänningsmätningarna är dels att exakt materialdata ej mättes upp experimentellt utan generella värden antogs, dels att en kortare längd på rören än rekommenderat användes av praktiska skäl. Spänningsnivåerna ska därmed inte ses som absoluta värden utan användes som en grov uppskattning och en inbördes ungefärlig jämförelse.

Röntgenundersökningen under tiden rören sammanfogades gav värdefull insikt i vad som sker under svetsförloppet och visade tydligt att materialet smälter först i ett sent skede av svetstiden och att det därmed är viktigt att iaktta rätt svets- och kyltider och att inte flytta röret för tidigt. Det kunde även observeras att trådarna förflyttas betydande sträckor under svetsningen även om korrekt förfarande använts vid montering. Uppenbar och betydande toe-in kunde dock inte mätas upp under svetsning. Det finns tendenser till att röränden krymper under svetsning men i de undersökta fallen återgick deformationen till stor del under kylförloppet.

Skillnaden i ålder och material mellan rören visade förväntade skillnader i den förstörande provningen. Äldre rör har till stor del hunnit relaxera, vilket visas tydligt i den nästan halverade spänningsnivån för de äldsta rören jämfört med de nya.

En möjlig orsak till att inget samband kunde visas är att de använda rören var "för bra", d.v.s. att de inbyggda spänningarna var för låga för att orsaka toe-in under svetsningen.

En annan möjlig orsak till att inget samband kunde visas är att elektro-muffsvetsning inte bidrar till att accelerera toe-in.

Slutsatserna av provningen är:

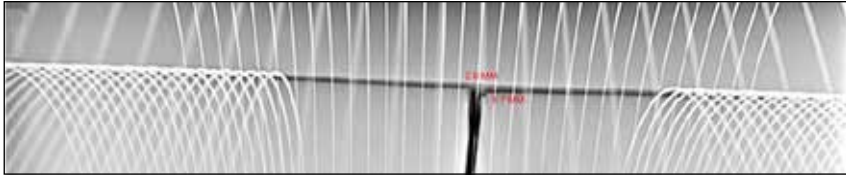
- En stor del av svetsningen sker under den senare delen av det totala förloppet.
- Små förflyttningar i inre kylzon observerades under svetsning, liten tendens till toe-in som till stor del återgick under kylning.
- Signifikant förflyttning av trådarna sker under svetsning även vid korrekt monteringsförfarande.
- Ingen tydlig relation mellan beräknad spänningsnivå och toe-in kunde observeras.
- Mer forskning krävs för att visa ett eventuellt samband mellan restspänningar orsakade av tillverkningen och toe-in, exempelvis med avsiktligt snabbkylda rör för att höja de inre spänningarna.

6 Referenser

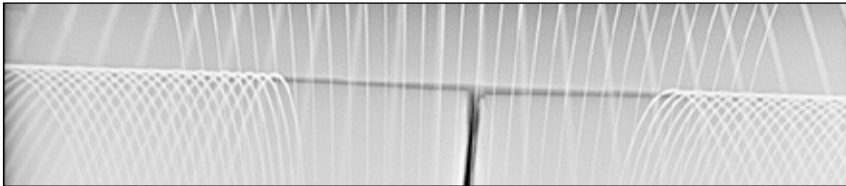
1. www.iso.org/iso/home/about.htm, hämtad: 2015-10-30
2. <http://www.sis.se/fluidsystem-och-delar/rörledningskomponenter-och-rörledningar/plaströr/sis-tk-226>, hämtad: 2015-10-30
3. Organisation of INSTA-CERT, INSTA-CERT P02, 2015-01-01, hämtad: 2015-10-30
4. INSTA-CERT, Käyhkö Leena, E-mail 2015-05-18
5. "Allmän information om Nordic Poly Mark märkning av plast-rörprodukter", PDF: http://www.insta-cert.net/instacert.php?go=doc&meny_id=6, hämtad: 2015-10-30
6. "Produktinformation för Nordic Poly Mark märkta produkter" INSTA SBC EN 12201: January 2015, 2015-01-05, Proinfo EN 12201_SE.pdf, hämtad: 2015-10-30, http://www.insta-cert.net/instacert.php?go=doc&meny_id=6
7. INSTA SBC EN 12201 Jan 2015_UK, http://www.insta-cert.net/instacert.php?go=doc&meny_id=6, hämtad: 2015-10-30
8. Janson, Lars-Eric (2003). *Plastics pipes for Water Supply and Sewage Disposal*, Borealis

Bilaga 1 • Röntgen under svetsning

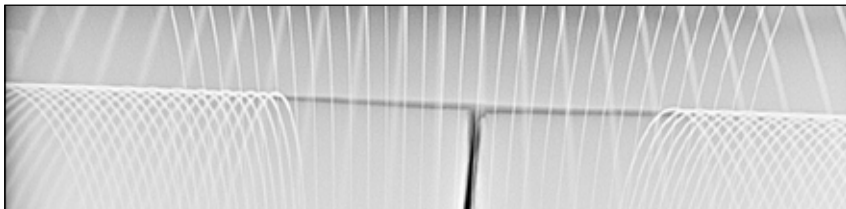
Svets 1 • Hallingplast



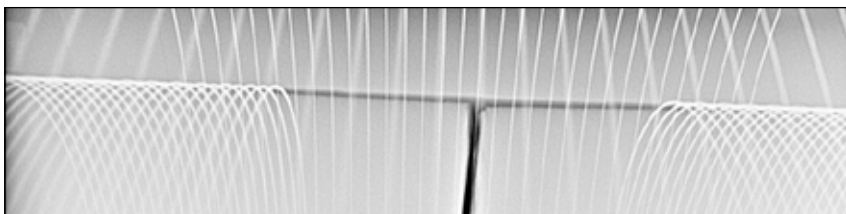
Tid 0 minuter



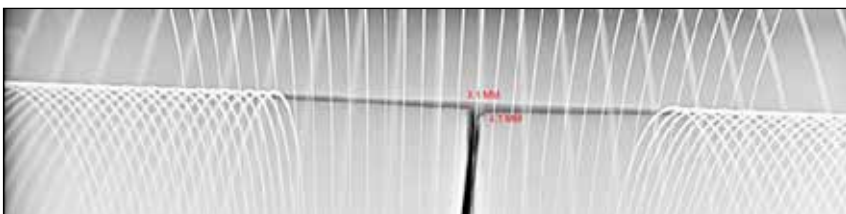
Förvärmning tid 5



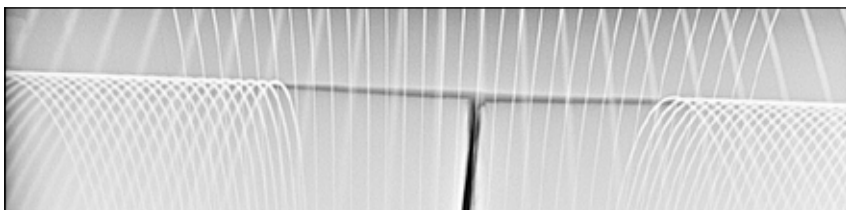
Förvärmning tid 9



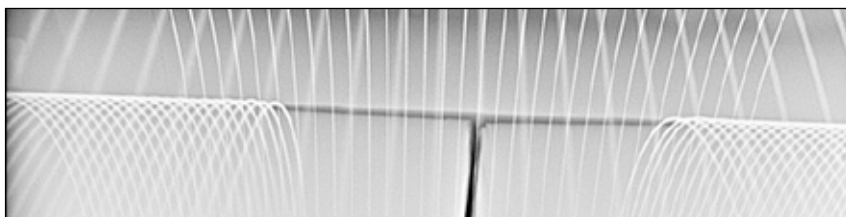
Förvärmning tid 12



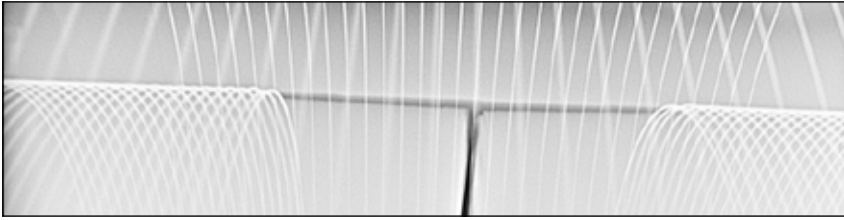
Förvärmning tid 15



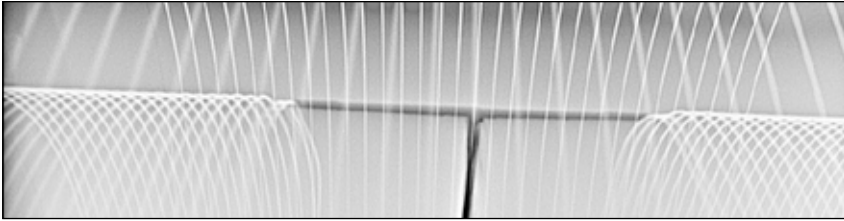
Svetsning tid 2



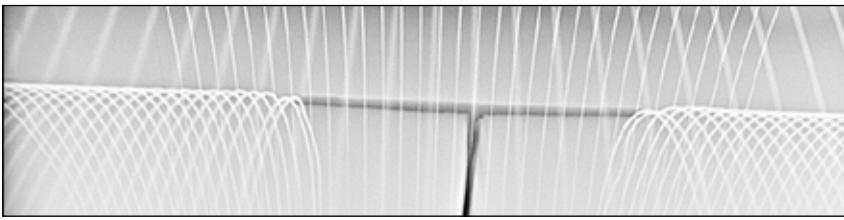
Svetsning tid 5



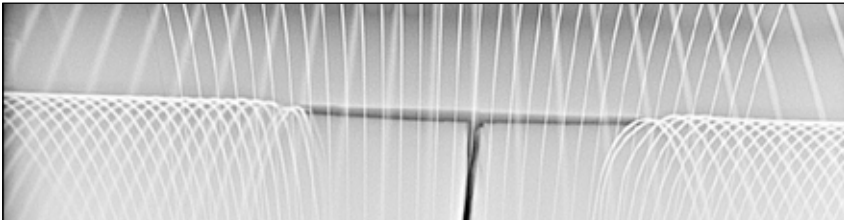
Svetsning tid 6



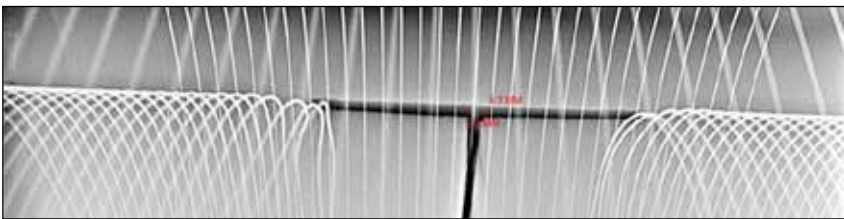
Svetsning tid 9



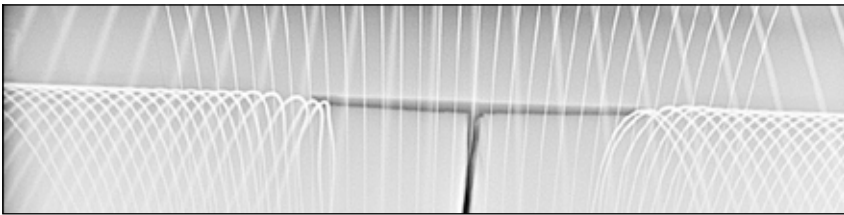
Svetsning tid 11



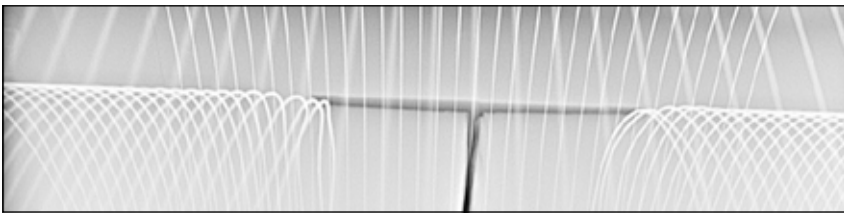
Svetsning tid 13



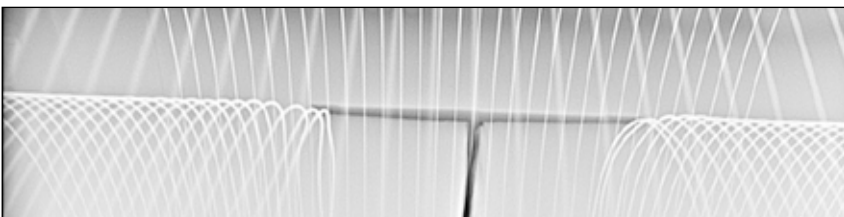
Svetsning tid 15



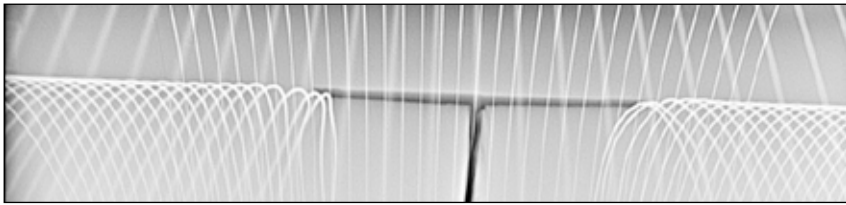
Kylning tid 3



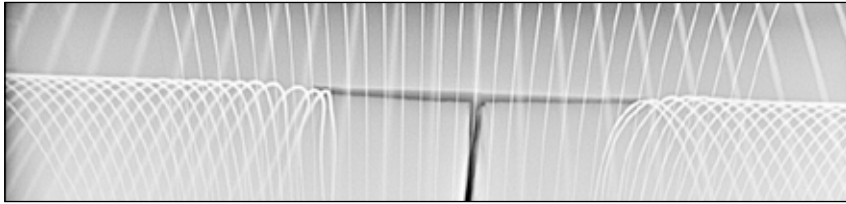
Kylning tid 5



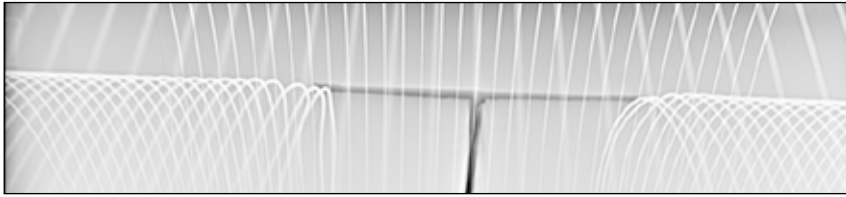
Kylning tid 7



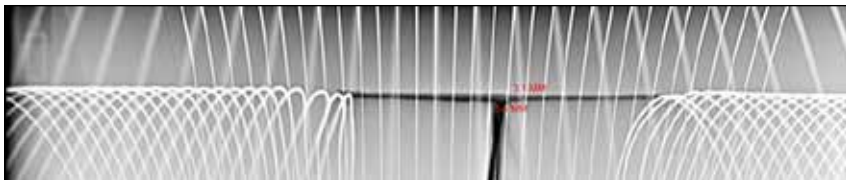
Kylning tid 8



Kylning tid 23

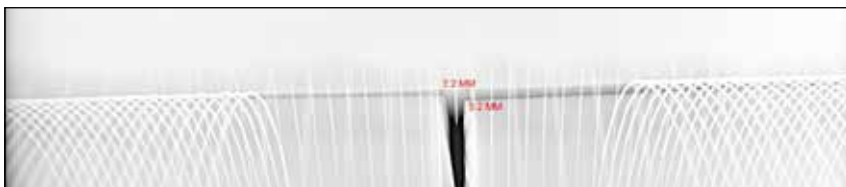


Kylning tid 40

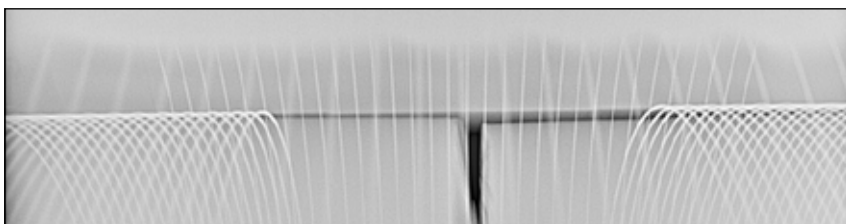


Kylning tid 17 timmar

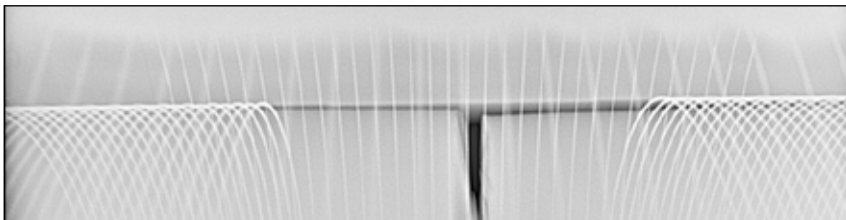
Svets 2 • KWH



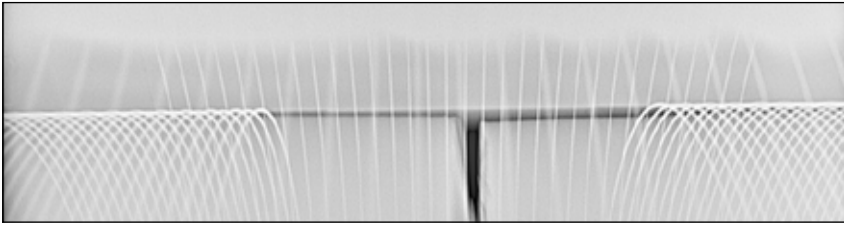
Tid 0 minuter



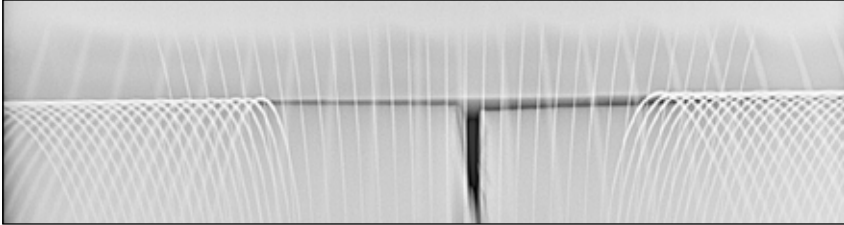
Förvärmning tid 5



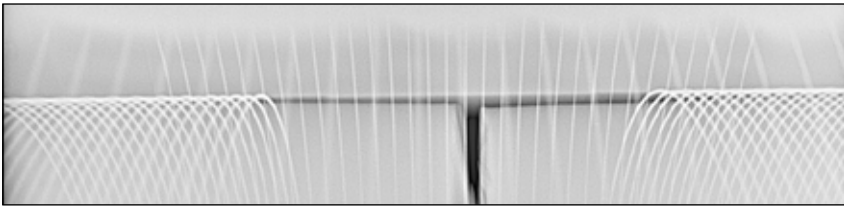
Förvärmning tid 9



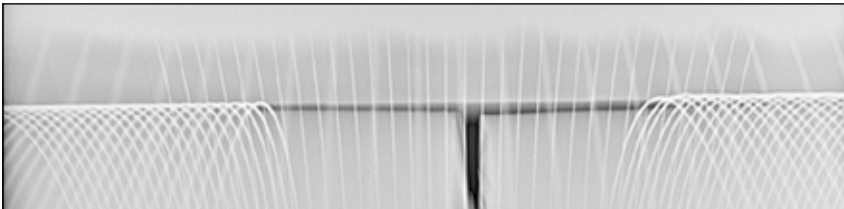
Förvärmning tid 11



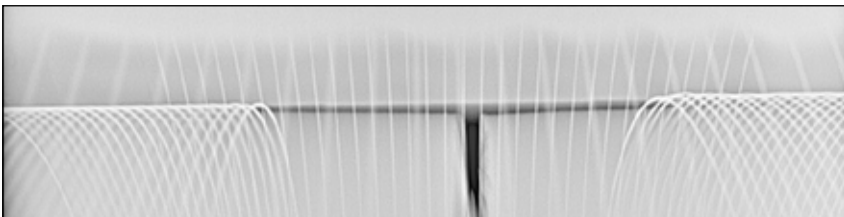
Förvärmning tid 14



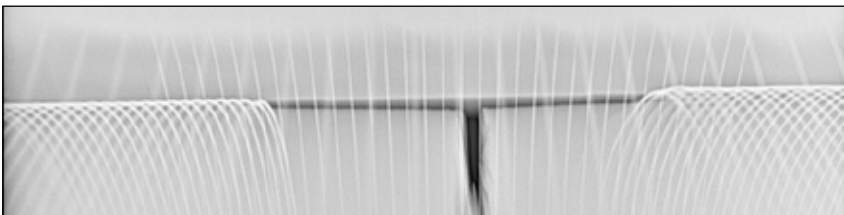
Svetsning tid 2



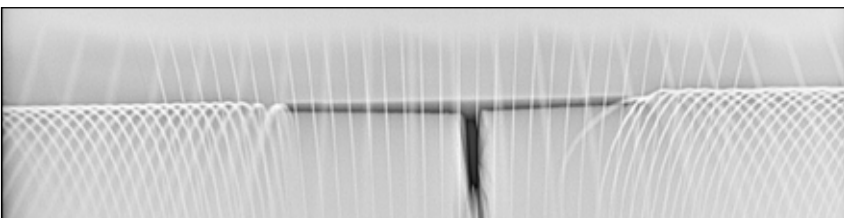
Svetsning tid 4



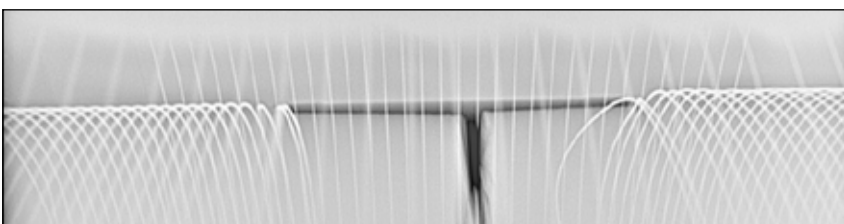
Svetsning tid 6



Svetsning tid 8



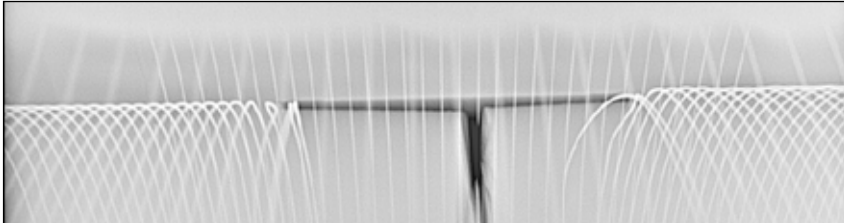
Svetsning tid 11



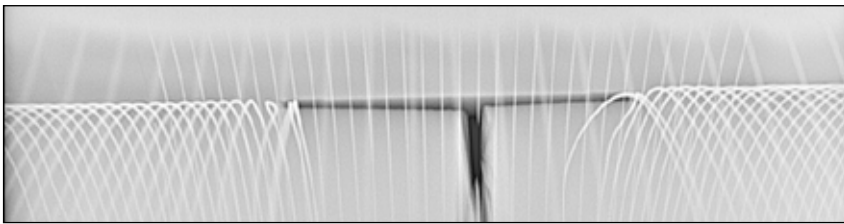
Svetsning tid 13



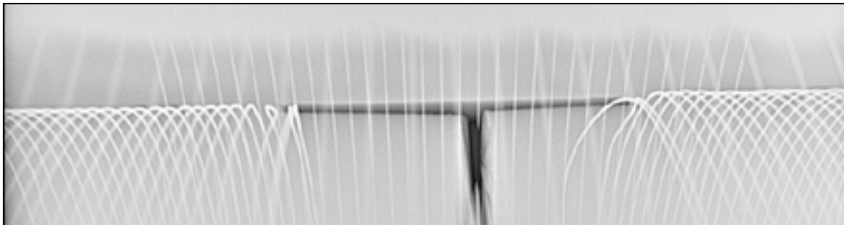
Svetsning tid 15



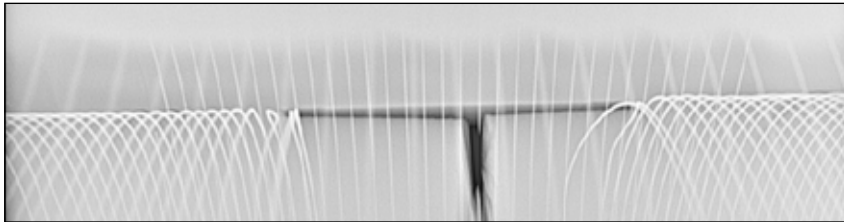
Kylning tid 3



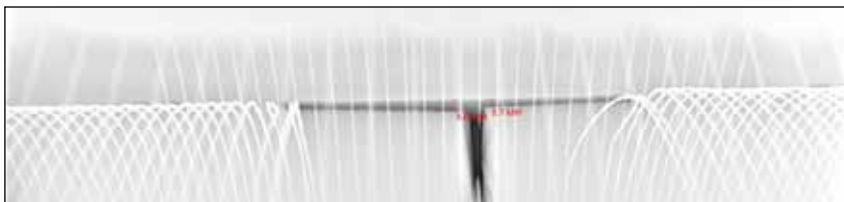
Kylning tid 5



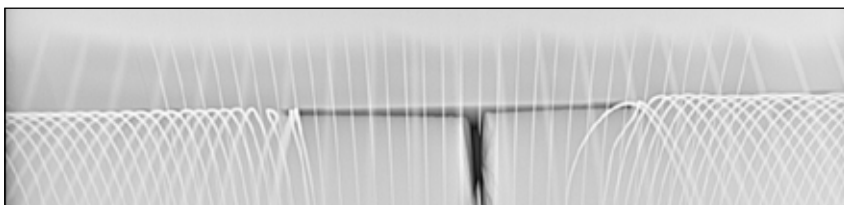
Kylning tid 8



Kylning tid 10



Kylning tid 28

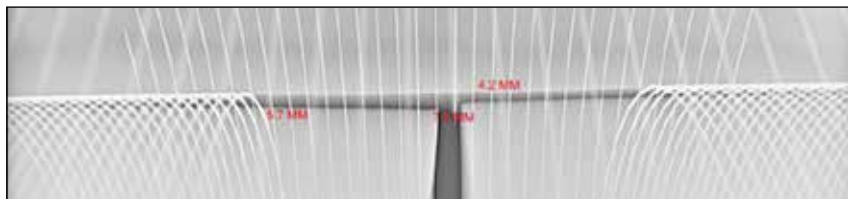


Kylning tid 40

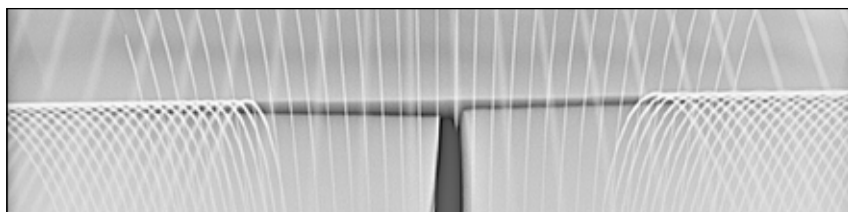


Kylning tid 19 timmar

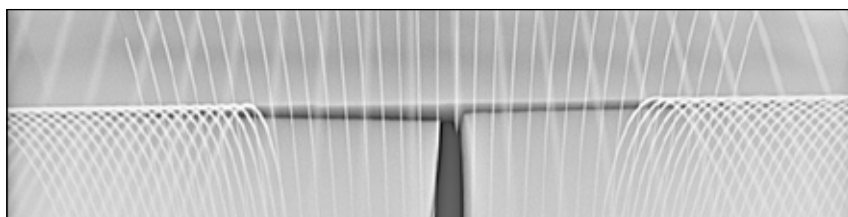
Svets 3 • Uponor



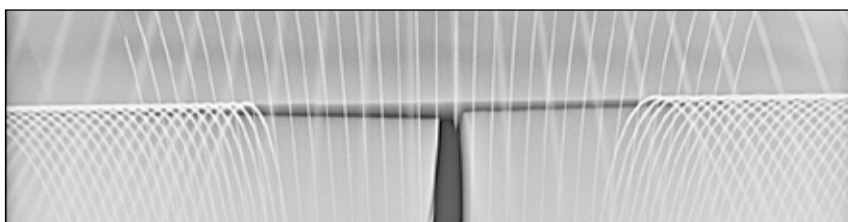
Tid 0 minuter



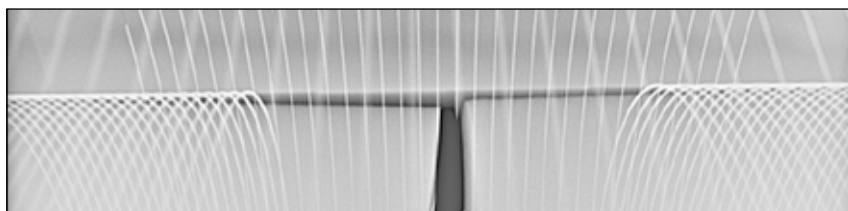
Förvärmning tid 5



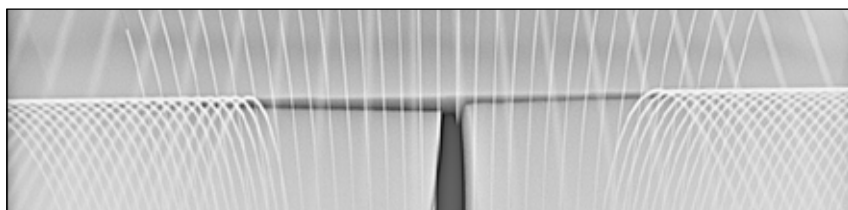
Förvärmning tid 9



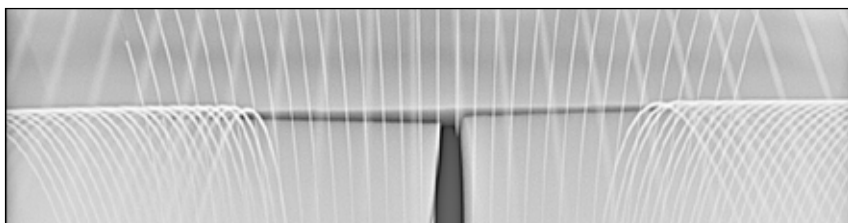
Förvärmning tid 11



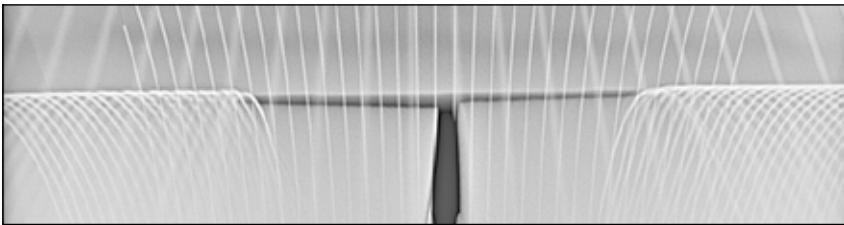
Förvärmning tid 14



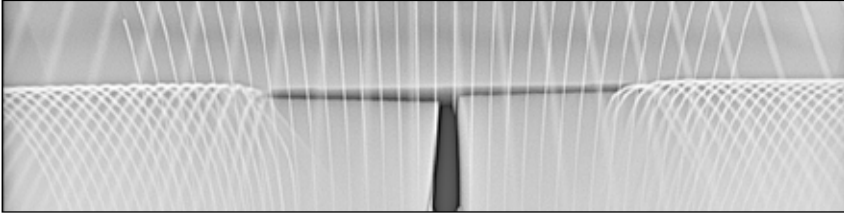
Svetsning tid 2



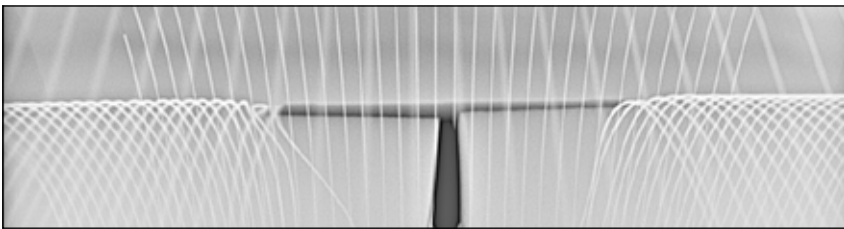
Svetsning tid 4



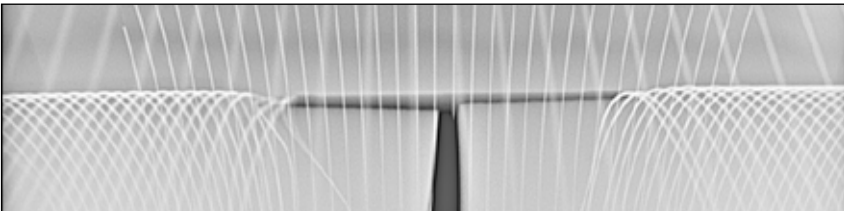
Svetsning tid 6



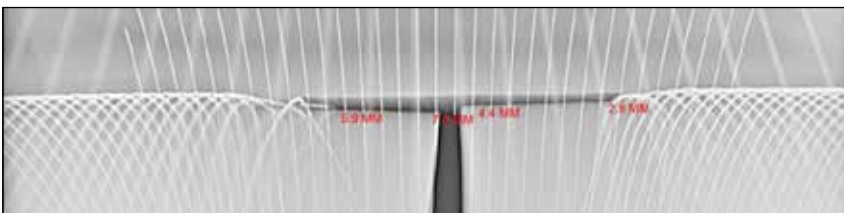
Svetsning tid 8



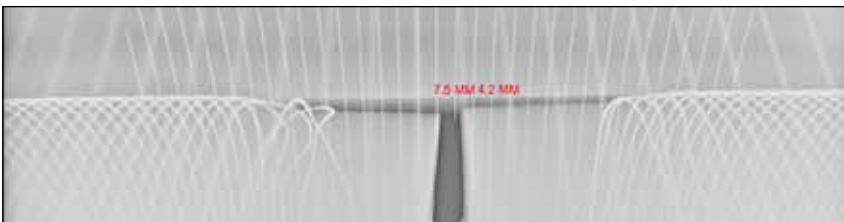
Svetsning tid 11



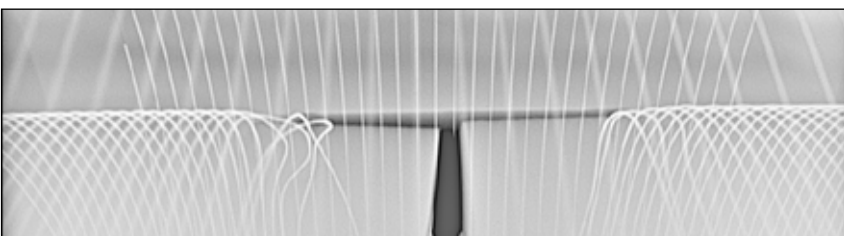
Svetsning tid 13



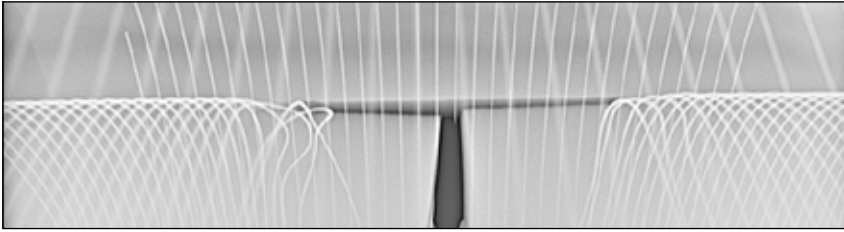
Svetsning tid 15



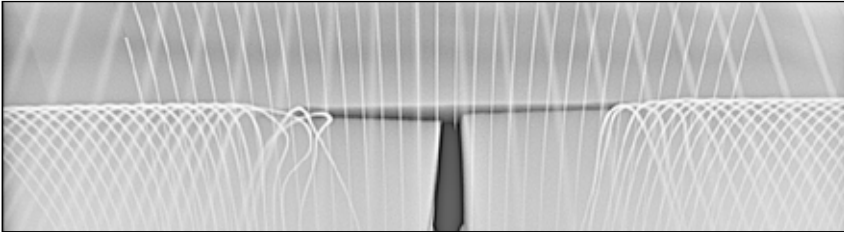
Kylning tid 2



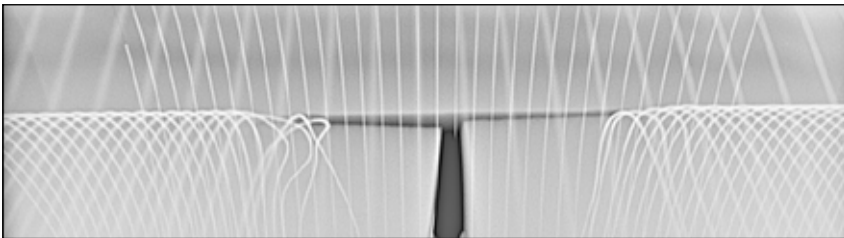
Kylning tid 4



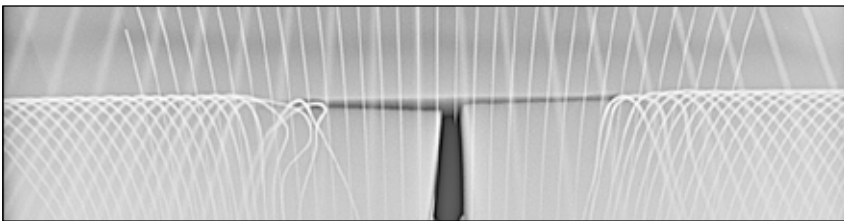
Kylning tid 6



Kylning tid 10



Kylning tid 20



Kylning tid 40



Kylning tid 17 timmar

Bilaga 2 • Exempel på tilläggskrav

1. Rören skall uppnå samma krav på omkretsförändring (toe in) som för gasrör av PE (EN-1555 kapitel 6.4).
2. Vid tillverkning av PE-rör övervakas kontinuerligt ytterdiameter samt godstjocklek. Denna data sparas och kan kopplas till leveranscertifikat.
3. Vid larm från övervakning i punkt 2 från ytterdiameter eller godstjocklek kasserar maskin automatiskt aktuella rörsektion.
4. Av 3:e part godkänt kvalitetssystem där samtliga rör över en viss dimension mäts med avseende på geometriska egenskaper.
5. Rör uppfyller mekaniska kraven i standarden SS-EN 1555-2.
6. Rören skall ha en maximal insnörpning (toe-in) på $0,005 \cdot DY$ (mätt en diameter från kant).
7. Rör på rulle ska ha max ovalitet på 4 %.
8. Vid produktion av rör skall det finnas automatisk detektion av fukt i ingående råmaterial. Vid upptäckt av fukt skall larm ljuda och det skall kvitteras av tekniker.
9. Rör skall uppfylla krav i INSTA SBC 12201.
10. Rör av PE 100 RC skall uppfylla PAS 1075 typ 1.
11. Rör skall uppfylla livsmedelsverkets krav LIVSFS 2011:7.
12. Rör skall kontrolleras okulärt innan leverans till köparen.
13. Rör får ej bestå av material som återvunnits.
14. Märkning får ej vara stansade in i rör så att läckage uppstår mellan rördel och rör eller påverka rörets hållfasthet.



Box 14057 • 167 14 Bromma
Tfn 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se