
Svenskt Vatten

UTVECKLING

Rapport
Nr 2024-3

Göra rätt, hålla tätt – täthetsprovning av olika tryckrörssystem inom VA

Magnus Bäckström
Daniel Ejdeholm
Fredrik Johansson
Robin Norgren

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.

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

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 16714 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 16751 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se

RAPPORTENS TITEL	Göra rätt, hålla tätt – täthetsprovning av olika tryckrörssystem inom VA
TITLE OF THE REPORT	Do it right, Get it tight – Pressure testing of new pressure pipe systems for water and wastewater distribution
FÖRFATTARE	Magnus Bäckström, Daniel Ejdeholm, Fredrik Johansson och Robin Norgren
RAPPORTNUMMER	2024-3
ANTAL SIDOR	41
SAMMANDRAG	Täthetsprovning av trycksatta VA-ledningsnät är en mycket viktig metod för att kvalitetssäkra att man byggt rätt, minska risken för kostsamma skador och störningar och för att säkra funktionen under lång tid. Svenskt Vatten har via sina publikationer P78 och P79 lagt fast en branschstandard för täthetsprovning av trycksatta rör och markförlagda rörsystem av plast och metalliska material. Men med dagens metodik för täthetsprovning finns det risk att livslängden minskar och ledningsnätet skadas, främst för plaströr.
SUMMARY	Pressure testing of pressurized distribution networks for water and wastewater is a very important method for quality assurance, reducing the risk of costly damages and disruptions, and securing long-term functionality. Svenskt Vatten, through its publications P78 and P79, has established an industry standard for pressure testing of pressurized pipes and underground pipe systems made of plastic and metallic materials. However, with today's methodology for tightness testing, the service life may be reduced, and the pipe network could be damaged during testing, particularly for plastic pipes.
SÖKORD	Täthetskontroll, tryckledning, tryckprov, P78, P79, PE-ledning, kontroll
KEYWORDS	Tightness, leak test, pressure pipe, PE-pipe, inspection
MÅLGRUPPER	VA-huvudmän, ledningsägare, entreprenörer, kontrollorgan, konsulter
RAPPORT	Finns att hämta hem som pdf från Vattenbokhandeln. https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/
UTGIVNINGÅR	2024
UTGIVARE	©Svenskt Vatten AB
REFERENS	Bäckström M., Ejdeholm D., Johansson F. och Norgren R. (2024). Göra rätt, hålla tätt – täthetsprovning av olika tryckrörssystem inom VA. SVU-rapport 2024-3. Stockholm: Svenskt Vatten.

Om projektet

PROJEKTNUMMER	22-105
PROJEKTETS NAMN	Göra rätt Hålla tätt – Effektiva metoder för täthetsprovning
PROJEKTETS FINANSIERING	Svenskt Vatten Utveckling

Förord

På senare år har frågor kring samhällsviktig infrastruktur fått alltmer uppmärksamhet. VA-ledningsnätet är en viktig del av detta och vi förväntar oss att rörens kvalitet och livslängd och leveranssäkerheten är hög. Om det blir fel vid anläggande eller om det är fel på materialet är det ofta svårt och kostsamt att åtgärda senare, med stora konsekvenser för samhället. Därför behövs alltid ett strukturerat arbetssätt för att kontrollera att vi gjort rätt, innan vi slutligt kopplar på vattnet eller godkänner en entreprenad. Ett hållbart VA-system ska hålla tätt!

Det här SVU-projektet, *Göra rätt, Hålla tätt*, genomfördes under 2022–2023 med stöd från Svenskt Vatten Utveckling och Svenskt Vattens experter som förtjänar ett stort tack. Projektet hade inte varit möjligt utan engagemang och delfinansiering från VA-organisationer och branschaktörer som deltagit i projektgrupp, referensgrupp och vid ett flertal workshoppar. Särskilt bör nämnas GPA Flowsystem, Kretslopp och Vatten Göteborgs stad, Stenungssunds kommun, Stockholm Vatten och Avfall, 3VA och Bodens kommun som möjliggjorde projektgruppens arbete och delfinansiering. Projektgruppen bestod av projektledaren Daniel Ejdeholm, GPA, Magnus Bäckström, Bodens kommun, Fredrik Johansson, Stenungssunds kommun/Kretslopp och Vatten Göteborgs stad, Robin Norgren, 3VA, samt Rickard Cedervall och Dinko Lukes, Stockholm Vatten och Avfall.

Referensgrupp har varit:

- Mats Engdahl, Svenskt Vatten
- Hans Bäckman, Svenskt Vatten
- Daniel Henriksson, Botkyrka/4S
- Tommy Säll, Pipelife/NPG
- Anders Andtbacka, Uponor
- Richard Blad, Vabon
- Hans Carlsson, Svanesunds Rör
- Mikael Pettersson, Alvenius Industrier
- Hans Andreasson, Pollex
- Martin Zetterqvist, Gustavsbergs rörsystem
- Martin Andersson, Hallingplast

Vi hoppas att denna rapport erbjuder den intresserade kunskap och inspirerar till en bättre täthetskontroll av VA-ledningar.

Stockholm 2024

Daniel Ejdeholm, projektledare

Innehåll

Förord	2
Sammanfattning	4
Summary	5
1 Inledning	6
2 Mål	7
3 Metod	8
3.1 Litteraturstudie och omvärldsbevakning	8
3.2 Workshoppar	8
3.3 Enkät	8
3.4 Test av alternativa metoder – experimentella försök	8
3.5 Uppföljning av statistik täthetskontroll	9
3.6 Analys och förankring	9
4 Kunskapsläge och metoder	10
4.1 Plastledningarna	10
4.2 Metalliska ledningar	12
4.3 Provning med luft	13
5 Praktiska erfarenheter	14
5.1 Workshoppar	14
5.2 Enkät	17
5.3 Diskussion	19
6 Experimentella försök	20
6.1 Plastledningarna (PE)	20
6.2 Metalliska rör	25
7 Uppföljning av statistik täthetskontroll plaströr	27
8 Slutsatser	31
9 Förslag till framtida revidering P78 och P79	32
10 Slutkommentar - en bredare syn på hur vi följer upp kvalitet och livslängd	34
Referenser	36
Bilaga A Förslag revideringstexter AMA	38

Sammanfattning

Täthetsprovning av trycksatta VA-ledningsnät är en mycket viktig metod för att kvalitetssäkra att man byggt rätt, minska risken för kostsamma skador och störningar och för att säkra funktionen under lång tid. Svenskt Vatten har via sina publikationer P78 och P79 lagt fast en branschstandard för täthetsprovning av trycksatta rör och markförlagda rörsystem av plast och metalliska material. Men med dagens metodik för täthetsprovning finns det risk att livslängden minskar och ledningsnätet skadas, främst för plaströr.

En röd tråd genom projektet var att verifiera och utvärdera olika tillvägagångsätt och teoretiska modeller för täthetsprovning med nuvarande branschstandard enligt P78 och P79 som utgångspunkt. Inledningsvis genomfördes en omvärldsbevakning där standarder i Sverige och Europa för både plaströr och metalliska rör utvärderades. I projektet genomfördes två workshoppar med aktörer som har praktisk erfarenhet av täthetskontroll. En enkät skickades ut till VA-organisationer och entreprenörer som utför täthetskontroll.

Experimentella försök genomfördes i huvudsak på ledningar inomhus i labbskala där kontrollerade försök möjliggjordes. Utöver täthetskontroll i labb skickades huvuddelen av de utförda svetsarna till mekanisk provning. Statistik inhämtades från genomförda täthetskontroller i Sverige under de senaste åren. Resultat från knappt hundra täthetskontroller som genomförts enligt P78 anonymiserades och sammanställdes, med fokus på hur nuvarande metodik hittar fel.

Slutsatser av projektet är att täthetskontroll enligt P78 och P79 är etablerade metoder värda att behålla och utveckla. Andra metoder som utvärderats och testats bedöms inte ge en förbättrad täthetskontroll och är i många fall mer komplicerade eller för förenklade. Utifrån labbtester kan slutsatsen dras att allvarliga fel inte alltid upptäcks vid täthetskontroll oberoende av testade metoder. Provning med luft vid lågt tryck hittar inte alla fel som upptäcks vid provning med vatten. Mekanisk provning av PE-skarvar upptäcker inte samtliga fel.

Täthetskontroll är viktig för att bedöma kvalitet på VA-ledningssystem. Täthetskontroll räcker dock inte som den enda metoden att säkerställa kvalitet. Dataanalys av statistik från utförda täthetskontroller av PE-ledningar i fält enligt P78 visar att cirka 10 % av ledningarna godkänns som täta där vi egentligen inte vet om ledningen är tät.

En övergripande slutsats efter att ha utvärderat flera metoder och samlat erfarenheter från utförare är att täthetskontrollen ska vara enkel att genomföra, inte ge utrymme för tolkningar av utförande, mätresultat eller bedömning, vara förankrad med en teoretisk modell, inte använda för lågt eller för högt provningstryck samt ges tillräcklig tid för att fel ska framkomma. P78 och P79 uppfyller inte till fullo de här punkterna. De huvudsakliga förbättringsområdena och önskvärda förtydliganden för P78 är att provningstrycket bör sänkas till ledningens tryckklass (PN) samt att förlängd provning bör göras i flera fall. För P79 bör provningstrycket sättas till 10 bar och referenstrycket till 8 bar för samtliga dimensioner, samt att begränsning för längsta ledningslängd vid provning bör tas bort.

Summary

Pressure testing of pressurized distribution networks for water and wastewater is a very important method for quality assurance, reducing the risk of costly damages and disruptions, and securing long-term functionality. Svenskt Vatten, through its publications P78 and P79, has established an industry standard for pressure testing of pressurized pipes and underground pipe systems made of plastic and metallic materials. However, with today's methodology for tightness testing, the service life may be reduced, and the pipe network could be damaged during testing, particularly for plastic pipes.

A key issue throughout the project was to verify and evaluate different approaches and theoretical models for pressure testing with the current industry standards, P78 and P79, as a starting point. Initially, literature review and overview were carried out where standards in Sweden and Europe for both plastic pipes and metallic pipes were evaluated. In the project two workshops were held with stakeholders who have practical experience in pressure testing, and a survey was sent to water and wastewater organizations and contractors performing pressure testing.

Experimental trials were mainly carried out on a lab scale where controlled trials were possible. In addition to pressure testing in the lab, the majority of the performed welds were subjected to mechanical testing. Statistics were gathered from pressure tests conducted in Sweden in recent years. Results from nearly a hundred pressure tests conducted according to P78 were anonymized and compiled, with a focus on how the current methodology identifies faults.

The project's conclusions are that pressure testing according to P78 and P79 are established methods worth maintaining and developing. Other methods that have been evaluated and tested are not considered to provide an improved pressure testing and, in many cases, are more complex or too simplified. Based on lab tests, the conclusion can be drawn that serious faults are not always detected during pressure testing, regardless of the methods used. Testing with air at low pressure does not find all defects detected by testing with water. Mechanical testing of PE joints does not detect all defects.

Pressure testing is important for assessing the quality of water and wastewater pipeline systems. However, pressure testing alone is not sufficient to ensure quality. Data analysis of statistics from performed pressure tests on PE pipes in the field according to P78 shows that approximately 10% of the pipelines are approved as tight when it is uncertain if the pipeline is indeed tight.

An overall conclusion after evaluating several methods and gathering experience from contractors is that the pressure testing should be easy to conduct, leave no room for interpretation of execution, measurement results, or assessment, be anchored with a theoretical model, do not use too low or too high testing pressure and sufficient time is given for faults to appear. P78 and P79 do not fully meet these criteria. The main areas for improvement and desirable clarifications for P78 are to lower the test pressure to the pipe's nominal pressure rating (PN) and extend testing time when in doubt. For P79, the test pressure should be set at 10 bar, and the reference pressure at 8 bar for all dimensions, and that the limitation for pipe system length during testing should be removed.

1 Inledning

Täthetsprovning av trycksatta VA-ledningsnät är en mycket viktig metod för att kvalitetssäkra att man byggt rätt, minska risken för kostsamma skador/störningar och för att säkra avsedd funktion under lång tid. Sannolikt är *göra rätt* i anläggningsfasen minst lika viktigt som själva rörmaterialets egenskaper för att uppnå önskad livslängd och *hålla tätt*. Svenskt Vatten har via publikationer P78 (Svenskt Vatten 1997) och P79 (Svenskt Vatten 1998) lagt fast en branschstandard för täthetsprovning av trycksatta rör och markförlagda rörsystem av plast respektive metalliska material. Dessa publicerades i slutet av 1990-talet, men det har under en längre tid varit känt att föreslagen metodik enligt P78 behöver revideras. Behov av revidering av P79 har även påpekats. Den bakomliggande teoribildningen för täthetsprovning och hur olika material och anordningar i rörsystemet beter sig vid olika tryck är komplicerad. Olika anpassningar och varierande riktlinjer för täthetsprovning förekommer i branschen och mellan olika kommuner. Frågan om täthetsprovning är även aktuell i andra länder och inom ramen för europeisk standardisering (EN 805).

Det har tidigare gjorts försök att utreda och föreslå hur täthetsprovning skulle kunna uppgraderas, exempelvis via SVU-rapporterna 2011-10 (Karlsson & Andersson 2011) och 2014-15 (Bergman & Blomfeldt 2014). De tidigare studierna har föreslagit olika metoder, men inte riktigt nått målet och framför allt saknas en verifiering av och ett konkret förslag till en reviderad metodik. Så tills vidare kvarstår täthetsprovning metodik enligt P78, men en uppdatering skulle behövas för att inte riskera skada på nylagda ledningar och minskad livslängd på grund av felaktig provning.

Ett temamöte med deltagare från Svenskt Vatten, VA-organisationer i Stockholm och Göteborg, samt experter inom rörmaterial och täthetsprovning genomfördes i februari 2022. Upplägget var att förutsättningslöst diskutera huvudproblem med dagens provningsmetodik. Följande slutsatser framkom vid temamötet, som även var motivet till att starta aktuellt SVU-projekt:

- Det har utvecklats nya metoder/*praxis* vid sidan av P78 och P79, men ytterligare tester i fält och samlad utvärdering behövs för att verifiera metoderna. Exempelvis att en viss metod verkligen hittar ett läckage/otäthet, eller vilket minsta läckage en viss metod hittar.
- Det finns ett behov att fundera på den praktiska genomförbarheten av provning enligt P78 och P79. Krångliga metoder tenderar att inte användas och risken för feltolkning av genomförandet ökar. Beställaren behöver definiera vissa krav och förutsättningar där vägledning saknas i P78 och P79 vilket är svårt då kunskapsnivån om täthetskontroll generellt är låg hos beställare.
- Vid provning enligt P78 blir provningstrycket i vissa fall mycket högt, i vissa fall skadligt högt. Det höga provningstrycket medför en risk och kan påverka installationens livslängd negativt.
- Konceptet med referensvolym i P78 och förarbetena till publikationen bygger på begreppet acceptabelt läckage, vilket skapar förvirring. Att en nylagd PE-ledning kan ha ett acceptabelt läckage och vara godkänd är motstridigt.
- Nuvarande metodik enligt P78 och P79 ej anpassat utifrån anordningar på ledningsnätet (främst större dimensioner DN400 och uppåt), exempelvis ventiler och flänsförband som normalt inte tål mer än 10 bar (PN10).

2 Mål

Det övergripande syftet med projektet är att ta fram förslag på tillvägagångsätt för täthetsprovning som överensstämmer med aktuellt kunskapsläge och praxis. Projektresultatet och den föreslagna metodiken ska kunna användas som underlag för framtida revidering av Svenskt Vattens publikationer P78 (plaströr) och P79 (metalliska rör). I avvaktan på revidering kan projektresultat eventuellt användas som komplement till P78 och P79.

Önskad effekt av projektet på längre sikt är att det ska bidra till bättre kvalitetssäkring och provning av nyanlagda VA-ledningsnät inklusive kopplingar och övriga anordningar samtidigt som livslängd och avsedd funktion bibehålls. Med dagens metodik för provning av täthet riskerar livslängden reduceras och ledningsnät skadas, främst för plaströr på grund av höga provningstryck och/eller att provning genomförs med olika ej verifierade metoder. Ett viktigt syfte med projektet är således att ge ledningsägare/ledningsbyggare nödvändig bakgrund och motiv för att förbättra sitt arbetssätt med täthetsprovning.

3 Metod

En röd tråd genom projektet var att verifiera och utvärdera olika tillvägagångssätt och teoretiska modeller för täthetsprovning med nuvarande branschstandard enligt P78 och P79 som utgångspunkt. Successivt under projektet trättades metoder och testobjekt ned (från en ursprunglig omfattande bruttolista), då det var nödvändigt att avgränsa vad som handgripligt ska testas. I korthet genomfördes projektet med följande delaktiviteter och metoder:

3.1 Litteraturstudie och omvärldsbevakning

Inledningsvis genomfördes en omvärldsbevakning där standarder i Sverige och Europa för både plaströr och metalliska rör utvärderades. Även tillverkarens rekommendationer och underlag för provning hämtades in.

En viktig del i denna inledande fas var att förstå bakgrunden till de metoder som används i dag, främst P78 och P79. Detta gjordes genom att analysera forskning och data från 1950-talet och framåt.

3.2 Workshoppar

I projektet genomfördes två workshoppar med varierande målgrupp. Målgrupp för workshopparna var aktörer som har praktisk erfarenhet av täthetskontroll. Syftet med workshopparna var att inhämta erfarenhet från fält, diskutera hur bedömningar görs och samla förslag till förbättringar av nuvarande metod för täthetskontroll. Workshop 1 fokuserade på plaströr (P78) och workshop 2 ägnades främst åt metalliska rör (P79). Workshopparna nyttjades även för nätverksbyggande och kunskapsöverföring mellan VA-organisationer.

3.3 Enkät

En enkät skickades ut till VA-organisationer och entreprenörer som utför täthetskontroll. Enkäten fokuserade på praktiska erfarenheter av täthetskontroll och förbättringsområden. Enkäten genomfördes under hösten 2022 och skickades ut brett till ett 100-tal personer via e-post i befintliga nätverk, bl.a. 4S och entreprenörer som ingick i projektets referensgrupp.

3.4 Test av alternativa metoder – experimentella försök

Tester genomfördes i huvudsak på ledningar inomhus i labbskala (ca 5 meter ledning med anordningar) där kontrollerade försök möjliggjordes. Möjligheten att testa ett större antal metoder och testuppsättningar i fullskala utvärderades men förkastades, främst på grund av stora risker för samhällskritisk infrastruktur. Testerna planerades och genomfördes främst tillsammans med VA-personal i Göteborg samt provningsfirman 3VA. Tester på olika rörmaterial med standarddimension 110 mm genomfördes. Även provning med luft testades, då detta förekommer i flera kommuner och av entreprenörer i dag.

Utöver täthetskontroll i labb skickades huvuddelen av de utförda svetsarna till mekanisk provning. Mekanisk provning utfördes enligt standardmetoder av RISE och SWERIM i Sverige.

3.5 Uppföljning av statistik täthetskontroll

Då fullskaletester bedömdes alltför riskfyllda och kostsamma inhämtades statistik från genomförda täthetskontroller i Sverige under de senaste åren. Resultat från knappt 100 täthetskontroller som genomförts enligt P78 anonymiserades och sammanställdes, med fokus på hur nuvarande metodik hittar fel och hur exempelvis kontroll enligt P78 går till praktiskt. Statistiken innehöll en stor variation av testobjekt i full skala med ledningssträckor från olika orter med olika dimensioner och längder.

3.6 Analys och förankring

Projektgruppen analyserade mätdata från tester, enkät och det som framkommit vid workshoppar. I denna fas skedde även återbesök i tidigare underlag och forskning samt djupare studier av europeiska standarder med dess underliggande förarbeten mm. Resultat från tester, enkät och workshoppar återkopplades inom det större aktörsnätverket där specifika frågor förtydligades och förankrades löpande.

Resultatet av projektet sammanfattades i en rapport med bilagor. Gransknings-synpunkter inhämtades från referensgrupp. Särskilt fokus var att rapporten kan vara grund och referens för en uppdaterad kravställning vid täthetskontroll och ge stöd till ledningsägare. Resultat och slutsatser speglades mot nuvarande branschstandarder P78 och P79 samt AMA.

4 Kunskapsläge och metoder

4.1 Plastledningar

Vid godkänd täthetskontroll förväntar sig ledningsägaren att ledningen är tät samt att fogarna på ledningen är av god kvalitet. Hur täthetskontroll har utförts runt om i Europa bygger på ett flertal accepterade metoder där en del mäter tryckfall och andra förändring i vattenvolym vilket har sammanfattas i tidigare SVU-arbete, SVU 2011:10 (Karlsson & Andersson 2011) samt verifikation av en egenutvecklad metod från Göteborg (Kov) (Bergman & Blomfeldt 2014).

Ett problem med täthetskontroll är den förväntan som kontrollen medför; att täthetskontrollen skulle på något sätt även garantera att fogarna inte bara är momentant täta utan också har utförts korrekt med förväntad livslängd. Projektgruppen lyckades inte hitta någon utförd forskning där de olika metoderna har undersökts om de verkligen kan detektera bristfällig utförd fog. Haverier efter garantitiden på relativt nyförlagda ledningar, som har fått godkänt vid täthetskontroll är förekommande (Bergman & Blomfeldt 2014).

Tidigare utfört arbete (Karlsson & Andersson 2011) har redan kartlagt de olika metoderna som används för täthetskontroll i världen. Fokus i aktuellt SVU-projekt har varit att undersöka metodernas för- och nackdelar när det kommer till att hitta svetsfel i fogar. De metoder som valdes ut förutom P78 var EN805, DVS2210 och Kov (Kretslopp och vatten, Göteborgs stad). Förutom läckage mäter alla metoder indirekt ledningens förändring av volym som en funktion av materialets viskoelasticitet. Det som skiljer metoderna åt är tidsåtgång samt provningstryck.

4.1.1 P78

P78 publicerades av Svenskt Vatten (tidigare VAV) år 1997 och är sedan dess branschstandard i Sverige för täthetskontroll av plaströr av polyeten (PE). Metoden bygger i korthet på att hålla ett konstant tryck och samtidigt mäta tillförd vattenvolym under en definierad provtid.

Det som ligger till grund för metoden som används i P78 har sina rötter i den forskning som bedrevs av professor Lars-Eric Janson på 1960-talet (Janson 1964a; Janson 1964b) samt 1990-talet (Janson, 1992a; Janson, 1992b). Metoden bygger på ett antagande att efter en viss belastningstid så länge provningstrycket är måttligt jämfört med vad röret kortsiktigt kan klara sker töjningen i det belastade materialet linjärt som funktion av belastningstiden, om töjningen anges i linjär skala och tiden i logaritmisk skala. Denna linjära relation mellan töjningsökningen i rörväggen och volymförändringen hos den i rörledningen lagrade vattenvolymen uppmäts och jämförs så att den tillförda vattenvolymen hela tiden minskar med tiden. Rekommenderat testtryck enligt P78 är 1,3 x PN, dvs det maximala kontinuerliga arbetstrycket för röret (PN) samt ytterligare 30 % förhöjt testtryck. När P78 publicerades var den rådande produktstandarden för PE-rör SS 3362 – *Plaströr – Tryckrör av PE till kallvattenledningar* – där ingen särskilnad gjordes på materialkvalitéerna PE63, PE80 och det då nya PE-materialet PE100.

Att materialkvalitet påverkar tryckklass introducerades 2003 med nuvarande produktstandard SS-EN12201. En annan stor förändring från SS3362 till SS-EN12201 var att designfaktorn (säkerhetsfaktorn) sänktes från 1,6 till 1,25, vilket medförde att ett rör som tidigare var godkänt för PN10 (SDR11 PE80) nu i stället var godkänt för PN12,5. Detta betyder att samma rör av PE80-kvalitet tillåter ett högre driftryck efter justeringen av säkerhetsfaktorn nedåt från 1,6 till 1,25.

Vid täthetskontroll av samma rör medförde detta att provningstrycket ökade markant från tidigare $1,3 \times 10 = 13$ bar (vid säkerhetsfaktor 1,6) till $1,3 \times 12,5 = 16,3$ bar (vid

säkerhetsfaktor 1,25). Antagandet som ligger till grund för P78 att den linjära töjningen måste råda blir därför tveksam vilket har beskrivits i tidigare SVU-arbeten (Karlsson & Andersson 2011; Bergman & Blomfeldt 2014).

För de experimentella försöken valdes därför två versioner av P78 att undersöka mer i detalj, först den nu gällande trycket 1,3 x PN samt en sänkning av trycket till 1,0 x PN, som kan ses som en någorlunda återgång till grundidén av P78. Effekter på provningsstryck och hur detta teoretiskt har ändrats i takt med ändringar i plaströrsstandarderna illustreras i Tabell 4.1.

	Provningstryck för SDR11 rör		
Material	År 1998 1,3 x PN	År 2005 1,3 x PN	Reducerat tryck 2023 1,0 x PN
PE80	13 bar	16,3 bar	12,5 bar
PE100	–	20,8 bar	16 bar

Anm. PE100 lanserades på allvar under 2000-talet.

Tabell 4.1

Exempel på provningstryck som utförs enligt P78 med olika säkerhetsfaktorer vid olika årtal (1998 och 2005) samt föreslaget och testat reducerat tryck 2023 i detta SVU-projekt.

4.1.2 EN805

EN805 – *Water supply – Requirements for systems and components outside buildings* – var under revision under projektets gång. Metodiken för provning enligt EN805 bygger i praktiken på flera olika metoder och tillvägagångssätt utifrån förutsättningar (dimension etc). EN805 är tillämplig för plastledningar av PE, PVC-U och PVC-O. För PE-rör finns det tre olika metoder att välja på. När det kommer till val av provningstryck kan tolkningar lätt förekomma och ska anges av beställaren. Provningstryck kan vara upp till 1,5 x PN, dvs väldigt höga tryck om tryckklassen är hög. Revidering av EN805 har pågått under projektets gång och en reviderad version planeras färdigställas under 2024. Ett förslag i processen med nya EN805 är att STP (system test pressure) är baserat på 1,5 x MDP (maximum design pressure). Det skulle i så fall vara det högsta förväntade trycket i systemet som avgör vilket tryck som ska användas vid täthetsprovningen, inte tryckklassen på den valda ledningen.

Generellt kräver täthetskontroll enligt EN805 särskilt anpassad utrustning för att skapa höga vattentryck under kort tid, kontinuerlig mätning av tryck och tryckförändringar samt specialistkompetens både hos utförare och beställare.

Flera länder har antagit EN805 som metod för täthetskontroll på PE-ledningar, t.ex Norge samt England, dock med nationella tolkningar eftersom metoden anses komplex när det kommer till val av metod samt provningstryck.

4.1.3 DVS2210

DVS2210-1 – *Industrial piping made of thermoplastics – Design and execution, Above-ground pipe systems – Recommendations for the internal pressure and leak tests* – är en metod som industrirörstillverkarna i Europa oftast rekommenderar som metod för täthetskontroll av PE. Denna metod bygger på att ledningen förkonditioneras i 6-12 timmar med drifttryck. Efter förkonditioneringen görs ett preliminärt test för att säkerställa att ledningen är fri från luft med ett provningstryck som är beroende på rörets SDR-klass och materialets temperatur.

Vid 20 °C är trycket 1,1 x PN. Provtiden är i intervallet 3–6 timmar beroende på längd av ledningen. Om det preliminära testet godkänns, så övergår man till huvudprovet där provningstrycket sänks till 0,85 x PT (provningstryck som fastställts tidigare) provtiden är 3–6 timmar och beror på ledningens längd. Max tillåtet tryckfall används som kriterium för godkänd eller ej godkänd ledning där trycket tillåts falla max 0,5 bar per timme vid huvudprovet. Fördelen med denna metod i jämförelse med P78 är att man bara mäter tryckfall, vilket är lättare på små volymer, samt tar hänsyn till ledningens

temperatur. Tidsåtgången för att testa en ledning som är längre än 100 meter är dock betydligt längre än P78.

4.1.4 Kov

Kov-metoden är en egenutvecklad provningstryckningsprocedur som används i Göteborgs Stad. Proceduren är förhållandevis enkel och används på samtliga rörmaterial. För PE-ledningar inleds proceduren med att ledningen hålls under arbetstryck under minst ett dygn, sedan förkonditioneras ledningen genom att trycksättas upp till 13 bar i minst 1 timme innan täthetskontroll. När ledningen är konditionerad utförs täthetskontroll.

Täthetskontrollen inleds med sänkning av förkonditioneringstrycket till provningstrycket, 10 bar och ventil stängs. Efter en timme avläses trycket (= sluttrycket) i ledningen. Tillåtet sluttryck på ledning av PE efter en timme är 9 bar för rör av PN16 samt 8 bar för rör av PN12,5. Metoden är enkel, användarvänlig samt tidseffektiv i förhållande till P78.

4.2 Metalliska ledningar

I projektet inhämtades olika europeiska länders standarder för täthetskontroll av metalliska rör. Förutom en kort beskrivning av den svenska branschstandard P79 ges nedan en kort beskrivning av några länders standarder. I flera fall används den europeiska standarden EN805 som grund, vilken även beskrivs under tidigare avsnitt avseende plaströr. Avsnitt nedan ska ses som en omvärldsbevakning och djupare analys av olika standarder har ej varit i fokus för detta projekt.

4.2.1 P79

P79 publicerades av Svenskt Vatten (tidigare VAV) år 1998 och är sedan dess branschstandard i Sverige för täthetskontroll av metalliska rör och andra styva material (PVC, GAP). P79 baseras på VoV Bk21 som är en äldre branschstandard, dvs metoden är sedan länge beprövad i Sverige. Metoden bygger i korthet på att hålla ett konstant tryck och samtidigt mäta tillförd vattenvolym under en definierad provtid.

Förkonditionering av ledning sker med ett övertryck under minst ett dygn och övertrycket ska vara samma som det initiala provningstrycket. Efter detta utförs provning under fem timmar där provningstrycket inte tillåts sjunka under referenstrycket. Det finns ett acceptanskriterium utifrån inpumpad mängd vatten. För ledningar med innerdimension högst 300 mm med arbetstryck högst 8 bar (referenstryck) ska provningstrycket sättas till 10 bar. För andra dimensioner ska referenstryck och provningstryck anges av beställare.

4.2.2 EN805

I dag föreskrivs enligt EN805 liknande metod för metalliska ledningar som för större plastledningar.

EN805 är från år 2000 och den innehåller metoder för täthetskontroll. Provningstryck definieras där på samma sätt som detta används i flera andra nationella publikationer. Om tryckslag är beräknat adderas 1 bar till det värdet för att få fram provningstrycket. Om tryckslag ej är beräknat är provningstrycket det minsta värdet av arbetstryck x 1,5 eller arbetstryck + 5 bar. Förkonditionering av ledning är ej beskriven förutom i bakgrunden. "Pressure drop test" ska utföras för att se om mängden luft i ledningen är acceptabelt låg. För provning så finns både en metod där vattenförlust i ledningen mäts och en som baseras på tryckfall. Testperioden är minst en timme. Standarden är under revidering.

4.2.3 Nationell branschstandard, Österrike

En variant av EN805 med justering mot lägre provningstryck. Förkonditionering av ledning sker med ett tryck som ligger mellan arbetstryck och provningstryck. Ledningen ska stå med detta tryck minst 12 timmar men helst 24 timmar och är avluftad både innan och efter förkonditioneringen. Provningstrycket höjs till provningstryck (Standard test pressure, STP) under en timme och avluftning kontrolleras genom vattenmängd som i EN805. Trycket höjs sedan till provningstrycket och sedan mäts tryckfallet efter en timme. Provningstryck är arbetstryck + 2 bar. Tillåtet tryckfall är 20 kPa (0,2 bar).

4.2.4 Nationell branschstandard, England (IGN 4-01-03, oktober 2015)

Förkonditionering ska ske med inpumpning från lägsta punkten och efter att ledning är fylld ska den avluftas. Max luft i ledning får vara 4 % för att metoden ska vara tillämpbar. Förkonditionering ska för rör med invändigt cementfoder vara minst över natten och minst 15 min för rör med invändig epoxy. Trycket i ledning höjs sedan till provningstrycket (STP) under en timme och inpumpad mängd mäts. Efter det tillåts trycket falla under en timme och inpumpad volym mäts och jämförs med tillåten inpumpad mängd. Provningstrycket väljs på samma sätt som i EN805.

4.2.5 Tyskland

Metoden liknar EN805 och benämns DVGW W 400-2, dvs samma som för plastledningar. Det finns två metoder att välja på för täthetskontroll av metalliska ledningar, *normal* och *för invändig cement*. Provningstryck beräknas på samma sätt som i EN805. Trycket får inte sjunka mer än 1 bar innan trycket ska återställas till provningstryck (STP).

Förkonditionering av segjärnsledningar ska utföras vid provningstrycket mer än 3 timmar men inte mer än 24 timmar. Förekomsten av luft i ledningen mäts genom Pressure drop test i likhet med EN805. Täthetsprovning utförs genom att trycket sänks till 0,9 x STP och övervakas i 3 timmar. Trycket får inte sjunka mer än 0,1 bar. Sjunker trycket mer så kan provningstiden utökas med 90 min och då tillåts trycket sjunka 0,15 bar, alltså 0,05 bar ytterligare.

4.3 Provning med luft

En mycket viktig aspekt avseende provning med luft är att utförare normalt måste vara ackrediterad. Över- och undertryck med luft och annan gas kan leda till svåra olyckor med dödlig utgång.

Olika metoder och tillvägagångsätt förekommer för provning med luft. Själva idén och i vissa fall fördelen med dessa metoder är att ledningen ej fylls med vatten och inte behöver vara *driftsatt* före täthetskontrollen. Metoden är därför ofta tillämpad när deletapper ska kontrolleras och man önskar en snabb kontroll för att gå vidare i ett byggprojekt. Metodiken är inte lika tydligt definierad eller dokumenterad som för metoder baserade på provning med vattenfylld ledning. Detta betyder att utförandet kan variera beroende på utförare.

I grova drag kan metodiken indelas enligt följande:

- Högt tryck, baserad på standarder för industrirör mm men med egna kombinationer
- Lågt tryck, ca 0,03-0,3 bar med mätning av tryckfall under en viss tid.

5 Praktiska erfarenheter

Inom projektet genomfördes två workshoppar med fokus på täthetskontroll av plaströr respektive metalliska rör. Syftet med workshopparna var att fånga in vad som funkar bra eller dåligt med dagens täthetskontroll samt problem, behov av förtydliganden i metodik och förslag till konkreta förbättringsförslag för att säkerställa effektiv täthetskontroll. I samband med workshopparna skickades en enkät ut till olika branschaktörer som genomför eller beställer täthetskontroll. Resultatet från enkäten utgjorde delvis underlag för frågeställningar som diskuterades vid workshopparna.

Här summeras i avsnitten 5.1 och 5.2 vad som framkom vid workshoppar och i enkät sorterat under olika frågeställningar utan att värdera eller filtrera, dvs en *bruttolista* av erfarenheter och synpunkter främst från dem som praktiskt utför eller beställer täthetskontroll. I avsnitt 5.3 ges en diskussion från projektgruppen/författarna som i viss mån tolkar kommentarerna som framkommit och sammanfattar resultatet av workshoppar och enkät.

5.1 Workshoppar

5.1.1 Workshop 1: 18 oktober 2022

Workshoppen var fysiskt möte i Stockholm Vattens lokaler. Tid för workshoppen var ca 6 timmar. Fokus för denna workshop var plaströr. Deltagare vid workshoppen var:

Daniel Ejdeholm	GPA Flowsystem AB
Björn Gustafsson	Kretslopp och vatten, Göteborg stad
Patrik Bark	Kretslopp och vatten, Göteborg stad
Fredrik Johansson	Kretslopp och vatten, Göteborg stad
Robin Norgren	3VA
Richard Blad	AB Vabon
Jan Nordin	MittSverigevatten och avfall MSVA
Jan-Olof Staaf	MittSverigevatten och avfall MSVA
Kenneth Nyberg	MittSverigevatten och avfall MSVA
Peter Lysander	Stockholm Vatten och Avfall SVOA
Dinko Lukes	Stockholm Vatten och Avfall SVOA
Rickard Cedervall	Stockholm Vatten och Avfall SVOA
Magnus Bäckström	VAA-avd, Bodens kommun
Kim Örnevik	Aros Water
Hans Andreasson	Pollex
Hans Carlsson	Svanesunds Rör
Hans Bäckman	Svenskt Vatten
Erik Karlsson	Svenskt Vatten

Huvudpunkter och slutsatser utifrån kommentarer och gruppdiskussioner sammanfattas nedan:

1. P78 och P79 är något att bygga vidare på

- P78 behöver främst utvecklas eller förtydligas avseende tryck, dimension, längd, temperatur
 - Täthetskontroll av sadelgrenar är en kontroll för sig och bör inkluderas i täthetskontroll. Räcker med handpump.

- Flänsar bör vara synliga speciellt i större dimensioner.
- Ledningar upp till dimension 63 mm går inte provtrycka med P78 och korta längder, dvs volymmässigt går det inte att provtrycka små ledningar eftersom det kräver praktiskt omöjlig mätning av små volymer.
- Viktigt att komma ihåg att små ledningar i kombination med långa längder inte är ett problem medan stora dimensioner och långa ledningar är ett problem. Relatera till volym i stället för längd?
- Man borde egentligen alltid köra förlängd provning utöver fem timmar.
- P78 kräver förkonditionering med 1,3 x PN. Trycket tillåts falla fritt under 12 timmar. Sedan görs efterföljande 5 timmars provning. I praktiken sker förkonditionering ofta vid drifttryck av praktiska skäl. Motiv för det föreskrivna högre förkonditioneringstrycket bör motiveras tydligare.
- Oavsett provningsmetod bör mätare kontrolleras årligen och kontrolleras enligt AFS 2006:8.
- Kontrollvattenmängd är knepig då den bygger på ett acceptabelt läckage.
- P79 behöver främst utvecklas eller förtydligas avseende dimension, längd och tryck vid stora dimensioner
 - Överväg att renodla P79 för metalliska material. PVC och GAP kan behöva hanteras separat. Användningen av dessa material är dock låg i dag.
- Om någon annan metod ska användas (exempelvis EN805), behöver dessa kontrollprocedurer utvecklas vidare, dvs inte bättre metoder än P78 och P79. Ersätta P78 med EN805 – är detta en bra väg framåt, kanske på längre sikt när EN805 utvecklats/landat?

2. Egna tolkningar och varianter av testprocedurer ett problem i dag

- Många olika tolkningar och varianter används utan vetenskaplig grund.
- Stor variation bland beställare vilket provningstryck som ska tillämpas.
- Möjligen kan alternativa metoder med låga provtryck missa vissa fel (ev något att titta vidare på), samt för höga tryck provocera fram fel som inte fanns eller skulle finnas (flänsförband, mekaniska kopplingar).
- P78 och P79 är dock för svenska förhållanden de mest kända (etablerade) procedurerna, även om vissa avsteg eller varianter används.
- Tidsåtgång – det finns lokala varianter och alternativ till P78/P79 som är snabbare, men hur ska man väga snabb metod mot stabil/säker/etablerad/praktisk metod? Viktigt att praktisk genomförbarhet och tidsåtgång (och resursåtgång ex vatten och personal) diskuteras.

3. Kompetens och förståelse låg ofta hos beställare/ledningsägare kring täthetskontroll

- Beställaren förlitar sig på extern kompetens.
- Förståelse för de olika materialen och hur de beter sig är inte en del av vardagssysslan.

4. För att garantera kvalitet krävs även andra metoder och arbetssätt – räcker inte med täthetskontroll

- Täthetskontroll kan vara en bra standardprocedur/metod för att hitta uppenbara fel. Det går ibland att anpassa/manipulera täthetskontrollen (inom givna ramar) för att bli godkänd, trots ej tät ledning?
- Viktigt förtydliga vad syftet med täthetskontrollen är.
- Inte en fullständig test av rörets kvalitet – men vilka metoder behöver vi då som komplement, behöver dessa beskrivas/rekommenderas/utprovas vetenskapligt mer?

5. Luftprovning används i dag och man hittar fel, även om testprocedurer varierar och ej är entydigt definierade

- Säkerhet, ackreditering och lämplighet att lansera *officiell* luftprovningssmetod behöver diskuteras.
- Även luftprovning med höga tryck används.
- Ökande behov och intresse att hitta alternativa metoder för ledningsprojekt där provning med vatten inte är möjligt eller lämpligt (ex stora långa ledningar som ej omgående tas i drift).

5.1.2 Workshop 2: 19 april 2023

Workshoppen var digital via Teams och genomfördes under ca 4 timmar. Fokus för workshoppen var metalliska rör. Deltagare vid workshoppen var:

Daniel Ejdeholm	GPA Flowsystem AB
Björn Gustafsson	Kretslopp och vatten, Göteborg stad
Patrik Bark	Kretslopp och vatten, Göteborg stad
Fredrik Johansson	Kretslopp och vatten, Göteborg stad
Robin Norgren	3VA
Richard Blad	AB Vabon
Jan Nordin	MittSverigevatten och avfall MSVA
Jan-Olof Staaf	MittSverigevatten och avfall MSVA
Kenneth Nyberg	MittSverigevatten och avfall MSVA
Rickard Cedervall	Stockholm Vatten och Avfall SVOA
Magnus Bäckström	VAA-avd, Bodens kommun
Hans Andreasson	Pollex
Hans Carlsson	Svanesunds Rör

Huvudpunkter och slutsatser utifrån kommentarer och gruppdiskussioner sammanfattas nedan:

- Tryckklass i hela systemet måste beaktas, själva det metalliska röret tål ju mycket men andra anordningar inte.
- Provning med luft vid låga tryck svänger över till tveksam som slutlig provningsmetod, kanske underhandstest.
- Längd 500 meter kan tas bort som riktlinje. Ingen från praktiskt håll/provare ser problem med längre provsträckor.
- Ett problem med långa provsträckor kan vid stora dimensioner vara att få fram vatten för att fylla upp ledningen på rimlig tid.
- För livslängdsgaranti handlar det om andra typer av kontroller under byggfasen.
- De europeiska metoderna ingen spontan hit, men provtryck och mäta tryckfall i stället för inpumpad volym känns som en möjlig utveckling?
- PVC och GAP kvar för P79? Utförare av täthetskontroll tycker detta kan vara kvar, man testar med samma metod och på samma sätt. Funkar bra.
- Olika tryckklass på olika anordningar i röret, ex på grund av att beställare inte tänkt på detta eller att leverantörer föreskriver viss tryckklass. Svårt att veta vilket provningstryck man ska välja.
- Luft kan vara ett bekymmer i större ledningar. Man borde kunna kravställa att pigging ska göras.
- Man vill ha en enkel metod. Kunde vara enklare att mäta tryckfall än vattenvolym.
- Varför inga krav på de som utför provning, egentligen kan vem som helst utföra test. Jobba på sikt för certifiering.

5.2 Enkät

Enkäten skickades ut hösten 2022 till ca 100 utvalda inom VA-organisationer, entreprenörer, referensgrupp, provningsföretag samt tillverkare. Åtta svar inkom. Den låga svarsfrekvensen gör att resultatet bör tolkas indikativt, en annan tolkning kan vara att frågor kring täthetskontroll var svår att besvara på grund av bristande erfarenhet. Resultatet presenterades på workshoparna och låg till grund för de praktiska försöken.

Nedan ges en sammanfattning av inkomna svar och fritextkommentarer, indelat för respektive ämnesområde och frågor i enkäten:

5.2.1 Vilka fel upptäcks vid täthetskontroll (Fråga 1–4)

Fråga 1: Vilka fel upptäcker ni vid täthetskontroll (ange gärna dimension) av ledningar i PE (exempel läcka i stumsvets, elsvetsmuff, sadelgren, flänsförband, mekaniska kopplingar)?

- Främst haft problem med korrosion i flänsförband.
- Läckande fläns av dimension mindre än 400 mm och sadelgrenar.
- Haft någon enstaka sadelgren som läckt vid täthetskontroll.
- Byglar, flänsförband och mekaniska kopplingar är mest förekommande. Flänsförband är oftast dåligt dragna. Mekaniska kopplingar där packningen följt med in, dåligt fasat.
- Läckage uppstår oftast i elsvetsmuffar och mekaniska kopplingar.
- Felmonterad mekanisk koppling dimension 160 mm PE.
- Sadelgren (d250mm) och fläns (DN800/DN1000), instickskoppling (d50mm).

Fråga 2: Vilka fel upptäcker ni vid täthetskontroll (ange gärna dimension) av ledningar i segjärn (ex. packning, mekaniska koppling, flänsförband)?

- Vrängd packning, alla dimensioner.
- Ingen erfarenhet av segjärn.
- Skurna packningar, dåligt fasat flänsförband och mekaniska kopplingar.
- Vrängd packning, d250mm, Flänsförband (DN300).
- Täthetskontrollerar ej ledningar i segjärn då vi ej lägger dessa typer av rör mer än som reparation.
- Söndertryckta packningar på grund av dålig fasning, snett intryckta rör. Repor på rör.
- Dålig kunskap hos beställare om systemen man jobbar med.

Fråga 3: Vilka fel upptäcker ni vid täthetskontroll (ange gärna dimension) av ledningar i stål (ex svetsfog, flänsförband)?

- Läckande fläns och felsvetsade rör DN800-1000.
- Täthetskontrollerar ej ledningar i stål då vi ej lägger dessa typer av rör.
- Porer.
- Främst haft problem med korrosion i flänsförband, gäller i övergång mellan stål och annat.
- Flänsförband (DN800).
- Ingen erfarenhet.
- Har inte lagt.
- Både svets och flänsförband samt monteringsboxar.

Fråga 4: Vilka fel klarar täthetskontroll men upptäcks under garantitid (ange gärna dimension och år efter täthetskontroll samt material)?

- Elsvetsmuff och sadelgren.
- Vet ej. Ej haft läckor under garantitid vad jag vet.
- Felaktiga elsvetsmuffar, dåligt dragna mekaniska kopplingar.
- Inget dokumenterat.

-
- Oklart.
 - Då ledningarna varit godkända vid provtryckningen håller de i de flesta fall även garantitiden. För PE-ledningar är det främst mekaniska kopplingar eller flänsförband där det kan uppstå läckage därefter. Dessa beror ofta då på sättningar i mark eller på yttre krafter.
 - Felaktigt öppnade serviser/anbörningar. Upptäcks när serviserna ska tas i drift.

5.2.2 Vilka standarder använder ni? (Fråga 5)

Fråga 5. Vilka standarder eller publikation täthetskontrollerar ni plast och metalliska ledningar efter? Görs avsteg från standard/publikation?

- Justerad EN805.
- P78 med reducerat provningstryck, 1,0xPN.
- P78, Gasstandard enligt Renewtec, Göteborgsmetoden (Kov).
- P78. Tror ej avsteg görs, möjligen tillägg.
- Vi använder SFS 3115 (Finsk standard) gällande övertryck, men uppmäter endast tryckfall. Provtryckningen upprepas tills en minskande trend på tryckfall kan uppvisas.
- Utgångspunkten är EN805 med trycksänkning.
- P78.
- Göteborgsmetoden (Kov).

5.2.3 Svårigheter att tolka resultatet (Fråga 6)

Fråga 6. När upplever ni svårigheter att tolka resultatet från täthetskontroll? Beskriv gärna också varför provningsresultat är svårtolkat, längd på ledning, sträcka, material och provningsmetod.

- Har ej råkat ut för detta.
- Dåligt luftade ledningar, kort tid för provning, onödigt höga tryck leder till deformation av ledning.
- Vid väldigt långa ledningar.
- Från vår sida är det lätt. Vi har använt P78 i sjöledning men då var det tjafs.
- Alla befintliga standarder är tänkta för små dimensioner, korta ledningar och de är skrivna väldigt teoretiskt som inte går att utföra i verkligheten. T.ex. så beaktas inte de-rating (Anm. sänkt tryckklass) av rördelar (böjar, T-stycken och övriga delar), ledningens längd och den stora vattenmängden som ska mätas upp och pumpas in under en orimligt kort tid.
- Kan bli negativa resultat för mindre dimensioner PE.
- Vi upplever inte svårighet att tolka. Vi har provtryckt 720 meter d355mm PE och hittat läcka. Har en gräns på 500 meter för att lättare hitta läckor vid underkänd tryckning.

5.2.4 Täthetskontroll med luft (Fråga 7)

Fråga 7. Finns det ibland behov av att kunna göra en täthetskontroll med luft eller reducerat tryck?

- Ja. Vi har använt luft i några få fall när man ej vill driftsätta ledningen direkt och riskerar att få vatten som står och blir dåligt annars.
- Ja. Till exempel innan nedläggning i schakt. Snabb koll för att inte lägga ner skadad ledning. Utförs lämpligen med spårgas.
- Ja, då vi inte alltid tar ledning i drift direkt.
- Vi använder vacuum. Detta anser vi fungerar bra och är säkrare än provtryckning med luft.
- Ja, framför allt luft när inte vatten finns tillgängligt eller avlopp som kan ta emot vattnet.

-
- Vi trycker aldrig med luft. Vi har spol på ledningar som inte driftsätts med en gång (spolschema vid långt till driftsättning). Vi kan trycka med reducerat tryck från dimension 600 mm och uppåt (byggledare avgör).

5.3 Diskussion

5.3.1 Vilka fel som upptäcks

Resultaten från workshoppar och enkät pekar på att det mycket sällan är själva rörmaterialet som är orsaken till fel som upptäcks vid täthetskontroll. Det som framför allt förs fram är att upptäckta fel är på mekaniska kopplingar och flänsar. Fel som upptäcks i svetsfogar och annan typ av svetsning av PE-rör tycks vara elsadelsvets och elmuffsvets. Stumsvetsar verkar inte leda till upptäckta fel i någon större utsträckning. För metalliska rör är vrängda packningar eller på annat sätt felaktiga packningar och vinkling av rör det som lyfts fram.

Utifrån den samlade bilden som workshoppar och enkät ger är det uppenbart att täthetskontroll har ett värde och hittar fel på rörsystemet. En viktig reflektion är dock att de vanliga upptäckta felen ofta beror på handhavande och felaktig montering etc. Det kan således finnas systematiska fel som sannolikt inte alltid upptäcks. Detta pekar på vikten av kompetens och bättre uppföljning av byggprocessen.

5.3.2 Är nuvarande metoder enkla? Är nuvarande metoder tolkningsbara?

Generellt upplevs P78 och P79 av utförare som enkla metoder, dock innebär ofta beställarnas bristande kunskap om täthetskontroll som problematisk. Sannolikt finns kunskapsluckor i all led vid ledningsprojekt, dvs projektörer, konsulter, entreprenörer, byggledning etc. Detta innebär ofta att provning inte kan göras enligt standardmetoden utan måste anpassas. Nuvarande metoder ger således utrymme för tolkningar vilket var tydligt både på workshoppar och enligt enkätsvaren. Det finns flera exempel där man förenklat och delvis frångått standardmetoderna. En möjlig orsak till kan vara att standardmetoderna upplevs som komplicerade och *teoretiska*. Detta är tydligast för EN805 där både beställare och utförare framför att det krävs hög teknisk kompetens och många parametrar att definiera i varje specifikt projekt, dvs metoden upplevs som krånglig.

En annan förklaring till uppkomsten av egna metoder eller *genvägar* i täthetskontrollen är att den teoretiska mätnoggrannheten ibland upplevs som omöjlig att uppnå i fält.

6 Experimentella försök

6.1 Plastledningar (PE)

Syftet med den laborativa experimentella delen var att verifiera och undersöka de utvalda procedurerna för täthetskontroll med avseende på praktisk genomförbarhet, jämförelse sinsemellan med avseende på för- och nackdelar samt metodernas detektionsgräns för repeterbara isolerade svetsfel (Figur 6.1) Undersökningen begränsades till svetsade fogar i rördimension d110mm och rörlängd maximalt 5 meter. Svetsning skedde enligt DVS2207-1. Enkäten visade att mekaniska kopplingar är en vanlig felkälla som upptäcks relativt enkelt. Därför togs inte mekaniska kopplingar med som en feltyp i de experimentella försöken.



Figur 6.1

Labbttest PE-ledning.

Materialet som användes för den experimentella delen var rör från tillverkaren AGRU. Rören var tillverkade i materialkvaliteten PE100-RC och med en dimension på d110mm SDR11 PN16. Rördelarna var i PE100-RC samt PE100 fabrikat AGRU (elsvetsmuffar samt sadlar) samt Plastitalia (sadlar).

Provkropparna sammanfogades med stumsvetsning samt elmuffsvetsning. Ett vanligt fel är otillräcklig renhet vid svetsarbetet. Detta fel är dock svårt att utföra som ett reproducerbart fel, då detta är väldigt beroende på utförare samt val av kontaminant enligt forskning i England (Troughton 2006; Troughton & Khamsehnezhad 2016).

För *stumsvetsning* (A) valdes tre följande förekommande fel vid svetsning:

- 1A. Glömt uppvärmning utan tryck. Efter den initiala vulstupbyggnaden för den specifika godstjockleken på 1,5 mm (uppvärmning med tryck), togs värmeplattan ut ur maskinen och rören fördes samman.
- 2A. För lågt svetstryck – 50 %. Enligt DVS 2207-1 ska ett svetstryck på 0,15N/mm² användas vid svetsning av PE. Trycket som valdes vid svetsningen var 0,075 N/mm².

3A. Misstolkning av svetstabell, ihopblandning av vulstuppbyggnad och uppvärmningstid. En del svetsare använder sig av ett tidsmått i stället för ett visuellt mått på den initiala vulstuppbyggnaden. Tiden det tog för att bygga upp den initiala vulsten användes som uppvärmningstid och uppvärmningstiden användes som vulstuppbyggnadstid.

För *elmuffsvetsning (B)* valdes tre följande förekommande fel vid svetsning:

- 1B. Fel på elmuffens SDR-intervall för sammanfogat rör. Elmuffen var anpassad för SDR17-26, medan rören som svetsades var SDR11.
- 2B. Halverad svetstid. Svetsningen avbröts efter halva svetstiden hade förflutit.
- 3B. Orent, ej skrapat rör. Elmuffen svetsades på ett oskrapat rör

För *elsadelsvetsarna (C)* valdes två olika fabrikat då detta var ett önskemål som lyftes på de workshoppar som hölls inom ramen för projektet. Även här valdes tre följande förekommande fel vid svetsning:

- 1C. Tillverkare A – Orent, ej skrapat rör.
- 2C. Tillverkare A – Halverad svetstid.
- 3C. Tillverkare A – Fel på monteringen inför svetsning, sadel ej tillräckligt fastspänd på röret.
- 4C. Tillverkare B – Orent, ej skrapat rör
- 5C. Tillverkare B – Halverad svetstid
- 6C. Tillverkare B – Fel på monteringen inför svetsning, sadel ej tillräckligt fastspänd på röret.

I förarbeten till projektet och under den inledande fasen av litteraturstudier gjordes ett urval av fem metoder för täthetskontroll. Dessa metoder reflekterar en viss spridning avseende ansats, dvs hur testet genomförs och analyseras. Metoderna beskrivs närmare i kapitlet *Kunskapsläge och metoder*.

Följande testmetoder ingick i de experimentella försöken:

- P78 med nuvarande rekommenderade tryck 1,3x PN.
- P78 med reducerat provningstryck 1,0 x PN.
- DVS2210 provningstryck vid 20 °C är 18 bar.
- EN805 – Kontraktionsmetoden, provningstrycket sattes till 16 bar.
- Kov – Kretslopp och vattens metod, provningstryck 10 bar.
- Luft – Täthetskontroll med luft, provningstryck 0,1 bar.

En översikt av resultaten från de experimentella försöken genomförda hösten 2022 sammanfattas i Tabell 6.1 och 6.2. Jämförelser mellan olika metoder och möjliga orsaker till resultatet diskuteras i nedanstående textavsnitt.

		P78 1,3 x PN	P78 1,0 x PN	DVS2210	EN805	Kov	Luft
Fogningsmetod	Maxtryck under provningen	20,8 bar	16,0 bar	18,0 bar	16,0 bar	13,0 bar	0,1 bar
Stumsvets	1A	+	+	+	+	+	-
	2A	+	+	+	+	+	-
	3A	+	+	+	+	+	-
Elmuff	1B	+	+	+	+	+	-
	2B	Läckage i svets vid initial belastning på 9 bar	+	Läckage i svets vid initial belastning på 17 bar	Läckage i svets vid initial belastning på 16 bar	+	+
	3B	+	+	+	+	+	-
Elsadel	1C	+	+			+	-
	2C	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-	-	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-
	3C	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-	-	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-
	4C	+	+	-	-	+	-
	5C	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-	-	Läckage i svets i samband med fyllning av vatten	-
	6C	+	+	-	-	+	-

+ Inget läckage, svetsen var godkänd vid täthetskontrollen
- Inget försök gjordes på dessa kombinationer

Tabell 6.1
Resultat från
täthetskontrollen.

Det statistiska urvalet var litet men försöken gav dock intressanta resultat, se Tabell 6.2. Trots allvarliga brister i svetsförfarandet vid stumsvetsningen blev samtliga svetsar både godkända vid täthetskontrollen samt vid den mekaniska provningen som gjordes. Projektgruppens erfarenhet när det kommer till stumsvetsar med liknande fel är att dessa kan ge upphov till läckage vid täthetskontroll utförd i fält, men då på större dimensioner än d110mm. Liknande resultat har tidigare beskrivit problemet med provningsmetoderna känslighet (Troughton & Khamsehnezhad 2016), men då med fokus på orenhet vid svetsning. Hade visuell kontroll utförts enligt DVS2202 hade två av de tre svetsarna inte godkänts, vilket ytterligare belyser vikten av kontroll på arbetsplatsen under svetsningen.

För elmuffsvetsarna så verkar grova fel i svetstiden vara det fel som enklast kan detekteras, dock krävs det ett relativt högt tryck för få ett utfall. Svetstiden för de aktuella svetsarna hade halverats, vilket kan tyckas som ett irrelevant och överdrivet svetsfel. Svetstekniken bygger dock på att svetsmaskinen ska kompensera svetstiden beroende på omgivande temperatur. Följdfrågan blir ju hur stort detta fel får vara i förhållande till detektionskänsligheten hos de olika metoderna för täthetskontroll.

Om resultat från täthetskontrollen (Tabell 6.1) jämförs med resultat från den efterföljande mekaniska provningen (Tabell 6.2) så är det flera svetsfel som upptäcks med mekanisk provning med hög andel sprödbrott.

Fogningsmetod		Resultat visuell kontroll enligt DVS2202	Metod för mekanisk provning	Resultat för den mekaniska provningen	Andel sprödbrott %
Stumsvets	1A	U	ISO 13953	G	0
	2A	U	ISO 13953	G	0
	3A	G	ISO 13953	G	0
Elmuff	1B	U	ISO 21751	U	100
	2B	G	-	-	-
	3B	U	ISO 21751	U	100
Elsadel	1C	U	ISO 21751	U	100
	2C	G	ISO 21751	U	100
	3C	U	ISO 21751	U	50
	4C	U	ISO 21751	U	100
	5C	G	ISO 21751	U	100
	6C	U	ISO 21751	G	30

Anm. Elmuff testades inte med mekanisk provning eftersom denna visade läckage (2B).

Tabell 6.2

Resultat från den visuella samt mekaniska provningen.

Eftersom provning med luft är en önskvärd metod på ledningar som inte direkt ska tas i bruk utfördes även ett försök med detta, men bara på den typ av fel som upptäcktes med vattenprovningen: halverad svetstid. Läckage uppstod inte i svetsen under luftprovningen, troligen beror det på att det låga trycket som användes enligt luftprovningssmetoden inte ger upphov till tillräckligt höga spänningar i svetsen för att orsaka ett haveri. För att säkerställa att ingen skillnad förelåg mellan de olika svetstillfällena så provades den aktuella svetsen enligt P78 (16 bar) och läckage uppstod då i svetsen. Luftprovningen gjordes då på nytt med 0,1 bar och först då var felet detekterbart.

För elsadelsvetsarna var provmatrisen reducerad till att bara utföras med de två versionerna av P78 samt Kov-metoden, eftersom DVS2210 och EN805 inte uppenbart gav någon extra fördel när det kommer till att upptäcka fel i svetsarna. De första läckagen i svetsarna skedde direkt i samband med påfyllning av testobjekten. Påfyllning skedde med kranvatten och inget tryck registrerades i samband med detta, men uppskattat tryck var runt 2–5 bar. De svetsar som inte höll för påfyllningen var de som bara hade svetsats med 50 % av svetstiden, ingen skillnad mellan fabrikat. Det andra felet som syntes, men då bara på det ena fabrikatet var felmonteringen, se Tabell 6.1.

Bygelns syfte på en sadelsvets är att säkerställa att ett mothåll erhålls gentemot det svetstryck som byggs upp mellan sadel och rör. Beroende på fabrikat så sker detta montage på olika sätt, troligtvis så var det fabrikat som havererade mer känsligt för felmontage än det andra då avståndet mellan bygeldel och sadel var densamma dvs 6 mm ifrån. På de havererade svetsarna kunde man rent visuellt se att sadeln hade lyft upp från röret och bildat en osvetsad kanal mitt i svetsen. Sadelsvetsarna som var svetsade på rör som ej var skrapade klarade täthetskontrollen med godkänt resultat, dock var de underkända på den efterföljande mekaniska provningen. Andelen sprödbrott var 100 % av svetszonen. Lite bekymrande resultat vid den mekaniska provningen var att de sadelsvetsar där felaktigt montage förekommit uppvisade hög andel duktilt (*segt*) brott längst ut i svetszonerna, vilket belyser vikten av att prova sadelsvetsar enligt bandbockningsmetoden (ISO 21751) och inte med den oftast föreskrivna krossmetoden enligt ISO 13955.

En del av projektet var även att testa de olika metoderna som valdes ut med avseende på för- och nackdelar när det kommer till praktisk genomförbarhet. En del av de utvalda metoderna (P78) har tidigare analyserats (Björklund 2010; Karlsson & Andersson 2011), både teoretiskt och med praktisk synvinkel. Dock har DVS2210 och Kov-metoden inte tidigare behandlats. Följande reflektioner gjordes under den praktiska delen samt från diskussioner som hölls under projektets workshoppar:

DVS2210

- Enklare genomförande än P78 då den bara baseras på provningstrycket. Kort genomförandetid.
- Normen föreskriver en maxlängd om 500 meter vilket i praktiken blir begränsande.
- Under de försök som gjordes var det svårt att få det preliminära förtestet godkänt, vilket troligtvis har att göra med provkropparnas ringa volym. Huvudtesten var dock godkända trots underkända förtest.

EN805

- Det var en labyrint att välja provförfarande och provningstryck efter ledningen. Testen för att kontrollera luftmängd i ledningen kommer innebära problem på stora och små ledningar, mätnoggrannhet i fält.
- Olika praktiska förfaranden beroende på ledningens volym/dimension vilket leder till att små ledningar får strängare krav än stora ledningar.
- Att tryckstegringstiden ska hållas till 10 minuter markant kommer försvåra och fördyra provtryckningen.
- Att i trycksänkingsfasen behöva mäta avtappad vattenmängd inom 2 minuter kan bli svårt att genomföra praktiskt i fält vid större ledningar.
- I jämförelse med P78 är denna metod mer komplicerad då den innefattar fler moment och för ledningar större än d400mm något mindre komplicerad praktiskt men fortfarande mer jämfört med P78

KOV

- Enklast av samtliga metoder. Samma förfarande för plast och metalliska material.
- I jämförelse med P78 så är genomförandet snabbt och enkelt då metoden bygger på tryckfall. En nackdel är att föreslaget provningstryck gäller för rör med tryckklass PN16 eller PN12,5/10. Trycket lite för lågt för att hitta de fel de övriga hittade.

6.2 Metalliska rör

Inom projektet genomfördes ett antal fingervisande test på segjärnsrördelar i lab. Testerna utfördes under våren 2023 av personal vid Kretslopp och vatten, Göteborgs stad (se Figur 6.2). Arbetstrycket i Göteborg är ca 5 bar, vilket påverkade provningsutformningen. För denna provning användes segjärnsrördelar med packning och VRS-låselement. Rördelarna ska klara av 75 bars tryck. Flänspackning var enligt leverantör P/S dragna med 60 Nm.



Figur 6.2
Labbttest segjärnsrör.

De metoder som användes var följande:

- A. Luft med lågt tryck, provningstryck 0,1 bar, provningstid 10 min
- B. Kov, provning med vatten vid tryck 5 bar respektive 10 bar, provningstid 10 min (snabbmetod) och 60 min (regelrätt Kov-metod)

Följande tester/fall genomfördes:

1. Normalt montage DN100 segjärnsrördelar
2. Segjärnsrördelar med fläns DN100, ej korrekt åtdragen fläns
3. Montage av rördelar DN100 med slitsad packning
4. Montage av rördelar DN100 med vrängd packning
5. Slits på 1,0–1,5 mm ned i segjärnsrördelen

Resultat av tester utvärderades avseende läckage för respektive fall vilket sammanfattas i Tabell 6.3 nedan.

Fall	Resultat	Kommentar
Normalt montage DN100 segjärnsrördelar	Ingen läcka vid vare sig täthetskontroll luft eller vatten.	Täthetskontronroll med vatten utfördes vid 10 bar.
Segjärnsrördelar med fläns DN100, ej korrekt åtdragen fläns	Ingen läcka med luft men med vatten vid arbetstryck (5 bar).	Bultar var lösa och flänsen separerades från blindflänsen.
Montage av rördelar DN100 med slitsad packning	Inget läckage vid täthetskontroll vare sig luft eller vatten. Vid täthetskontroll med Kovs metod sjönk trycket till 8,99 efter 60 min vilket är godkänt. Inget synligt läckage.	Packning var slitsad rakt av. Normalt stannar täthetskontroll av segjärnsledning vid ca 9,5 bar med Kovs metod enligt drifttekniker. Täthetskontronroll med vatten utfördes 10 bar.
Montage av rördelar DN100 med vrängd packning	Inget läckage vid täthetskontroll med vatten eller luft. Vid täthetskontroll med vatten uppstod läckage men tätades efter någon minut.	Demontering av motstående rördel för att kontrollera att packning var vrängd och det var den.
Slits på 1,0–1,5 mm ned i segjärnsrördelen	Täthetskontroll med luft och vatten till arbetstryck utan läckage. Vid täthetskontroll enligt Kovs metod sjönk trycket till 8,48 bar och inget läckage syntes här heller.	Syftet var att simulera när inte korrekt verktyg används vid avmantling av ZM. Ett spår ned i godset längsgående rör från ände och över rilla. Demontering av motstående rördel för att kontrollera att packning var vrängd och det var den. Täthetskontronroll med vatten utfördes vid 5 och 10 bar.

Tabell 6.3
Sammanfattning av fingervisande test, segjärnsrör med luftprovning respektive Kov-metoden.

7 Uppföljning av statistik täthetskontroll plaströr

För att kunna ge förbättringsförslag på P78 samlades en stor mängd data in från utförda täthetskontroller, med fokus på ledningar av PE samt provtryckning enligt P78. Data samlades in för att få ett större statistiskt urval för att åskådliggöra trender och identifiera problemområden. Vissa data för metalliska rör insamlades, men urvalet bedömdes som för litet för vidare analys.

I P78 förekommer följande begrepp som användes vid utvärdering av statistiken (för närmare beskrivning se P78):

RN: Differens i tillförd vattenvolym mellan timme 5 och timme 3 i provningscykeln, beräknat enligt ekvation $RN=B - 0,550A$

RF: Differens i tillförd vattenvolym mellan timme 7 och timme 5 i provningscykeln, beräknat enligt ekvation $RF=C - 0,691B$

A: tillförd vattenvolym under timme 3

B: tillförd vattenvolym under timme 5

C: tillförd vattenvolym under timme 7

D: Kontrollvattenmängd (liter/timme) som bestäms enligt ekvation $D = (0,4 di - 20) L/24 000$ där L är provad ledningssträckas längd i meter och di är ledningens innerdiameter i mm

Tabell 7.1 redovisar insamlad statistik sorterad utifrån uppmätt läckage mellan timme 3 och 5 vid provningen. Fokus för analysen av statistiken var att utröna betydelsen av det acceptabla läckaget för bedömning om ledningen är godkänd eller inte.

Hypotesen för statistikanalysen var att täthetskontroll sannolikt avbryts för tidigt, på grund av att det acceptabla läckaget gör att ledningen godkänns redan vid timme 5. Bakomliggande arbete (Janson 1992 a; Jansson 1992b) som ligger till grund för själva publikationen P78 använder uteslutande 7 timmar som provningstid. Dessa 7 timmar blev sedan nedbantade till 5 timmar i publikationen och en starkare användning av begreppet acceptabelt läckage infördes vid provning eller kontrollvattenmängden (D) som den benämns i P78. Detta värde användes tidigare då ledningen i första hand inte kunde klassas som tät utan mer som acceptabelt tät och infördes troligen som ett värde då den teoretiska modellen inte alltid gav upphov till godkända resultat på de ledningar som praktiska studier genomfördes på (Janson 1992b) vilket är olyckligt då de provade ledningarna inte alltid var synliga.

P78 innehåller fortfarande en 7 timmars förlängd provning då ledningen inte kan godkännas vid 5 timmar trots ett acceptabelt läckage. För att försöka förstå hur denna ändring från grundidén till publikation påverkar har de data som samlats in analyserats med fokus på $RN = B - 0,550 A$. Sätter vi RN-värdet, som ursprungligen tänkt, till mindre än eller lika med 0 för att ledningens ska anses godkänd och sedan sorterar de utförda provningarna får man en överblick på antalet ledningar som har godkänts med hjälp av det acceptabla läckaget. Dessa har orangemarkerats i Tabell 7.1.

Nio av de 92 kontrollerna, dvs 10 % där RN-värdet är större än 0 har godkänts efter timme 5. Detta betyder ju inte att det är läckage utan att det finns en betydande risk att det är ett läckage. Samtidigt har 76 täthetsprovningar ett RN-värde som är lika med eller mindre än 0. Även utan begreppet acceptabelt läckage skulle dessa vara godkända. Av de totalt sju provningarna som har gått till förlängd provning är fyra underkända.

No	Valt provnings-tryck	Inner-dimension	Ytter-dimension	SDR	Mtrl	Längd	Vattenmängd (l)			Resultat (G=godkänd, U=underkänd)	RN = B - 0,550 A
	[bar]	[mm]	[mm]				Timme 3 [A]	Timme 5 [B]	Timme 7 [C]		
1	10	246,8	280	17	PE100	3800	138	53		G	-22,9
2	13	176,2	200	17	PE100	9	24	0,1		G	-13,1
3	13	141	160	17	PE100	12	24	0,1		G	-13,1
4	13	277,6	315	17	PE100	300	60,3	21,2		G	-12,0
5	13	396,6	450	17	PE100	335	63	24		G	-10,7
6	6	415,6	450	26	PE100	3190	125	62		G	-6,8
7	13	176,2	200	17	PE100	600	33,5	12,9		G	-5,5
8	13	51,4	63	17	PEM	380	33,5	12,9		G	-5,5
9	8	176,2	200	17	PE100	500	6	1		G	-2,3
10	13	141	160	17	PE100	380	13	5		G	-2,2
11	10	96,8	110	17	PE100	370	4,6	0,7		G	-1,8
12	10	141	160	17	PE100	202	4,6	0,7		G	-1,8
13	17	130,8	160	11	PE100	185	8,4	2,8		G	-1,8
14	13	277,6	315	17	PE100	100	12	5		G	-1,6
15	13	198,2	225	17	PE100	200	8,3	3,1		G	-1,5
16	13	176,2	200	17	PE100	250	5,2	1,7		G	-1,2
17	13	163	200	11	PE100	350	7,9	3,2		G	-1,1
18	17	130,8	160	11	PE100	185	7,6	3,1		G	-1,1
19	13	141	160	17	PE100	900	11	5		G	-1,1
20	13	220,4	250	17	PE100	300	12,4	5,8		G	-1,0
21	13	220,4	250	17	PE100	2050	100	54		G	-1,0
22	13	130,8	160	11	PE100	11400	63,8	34,1		G	-1,0
23	13	101,6	110	17	PE100	54	3,1	0,78		G	-0,9
24	13	141	160	11	PE100	500	70,2	37,7		G	-0,9
25	13	90	110	11	PE100	4900	70,2	37,7		G	-0,9
26	13	70	90	11	PE80	6000	70,2	37,7		G	-0,9
27	13	61,4	75	17	PEM	140	1,6	0		G	-0,9
28	7	198,2	225	17	PE100	200	1,9	0,2		G	-0,8
29	7	176,2	200	17	PE100	200	1,9	0,2		G	-0,8
30	13	141	160	16	PE100	300	8,4	3,8		G	-0,8
31	13	51,4	63	16	PEM	40	8,4	3,8		G	-0,8
32	10	198,2	225	17	PE100	50	5,2	2,1		G	-0,8
33	10	246,8	280	17	PE100	50	5,2	2,1		G	-0,8
34	17	90	110	11	PE100	570	6,4	2,8		G	-0,7
35	13	220,4	250	17	PE100	150	7,5	3,5		G	-0,6
36	10	277,6	315	17	PE100	250	1,1	0		G	-0,6
37	19	204,6	250	11	PE100	400	24,7	13		G	-0,6
38	10	51,4	63	17	PEM	150	1	0		G	-0,6
39	10	40,8	50	17	PEM	100	1	0		G	-0,6
40	13	96,8	110	17	PE100	167	3	1,1		G	-0,6

No	Valt provnings-tryck	Inner-dimension	Ytter-dimension	SDR	Mtrl	Längd	Vattenmängd (l)			Resultat (G=godkänd, U=underkänd)	RN = B - 0,550 A
	[bar]	[mm]	[mm]				Timme 3 [A]	Timme 5 [B]	Timme 7 [C]		
41	13	51,4	63	17	PEM	57	3	1,1		G	-0,6
42	10	90	110	11	PE100	480	2,4	0,8		G	-0,5
43	17	90	110	11	PE100	185	4,2	1,8		G	-0,5
44	13	141	160	17	PE100	120	10	5		G	-0,5
45	13	96,8	110	17	PE100	45	10	5		G	-0,5
46	13	176,2	200	17	PE100	65	1,9	0,6		G	-0,4
47	17	90	110	11	PE100	300	4,6	2,2		G	-0,3
48	13	51,4	63	17	PEM	1000	2,4	1		G	-0,3
49	10	73,6	90	17	PEM	200	0,99	0,23		G	-0,3
50	13	47	63	11	PE80	70	1	0,3		G	-0,3
51	16	163,6	200	11	PE100	620	6,76	3,48		G	-0,2
52	8	184,6	200	26	PE100	450	0,6	0,1		G	-0,2
53	8	184,6	200	26	PE100	450	0,6	0,1		G	-0,2
54	13	96,8	110	17	PE100	135	4	2		G	-0,2
55	13	96,8	110	17	PE100	54	0,9	0,3		G	-0,2
56	13	51,4	63	17	PEM	53	0,1	0		G	-0,1
57	13	40,8	50	17	PEM	26	0,1	0		G	-0,1
58	13	26,2	32	17	PEM	42	0,1	0		G	-0,1
59	13	176,2	200	17	PE100	200	11	6		G	-0,1
60	13	96,8	110	17	PE100	100	1	0,5		G	-0,1
61	13	96,8	110	17	PE100	72	1	0,5		G	-0,1
62	13	130,8	160	17	PE100	120	0,87	0,43		G	0,0
63	13	96,8	110	17	PE100	320	3,9	2,1		G	0,0
64	8	147,6	160	26	PE100	190	0,8	0,4		G	0,0
65	13	96,8	110	17	PE100	105	0,56	0,28		G	0,0
66	10	141	160	17	PE100	50	0,2	0,1		G	0,0
67	13	130,8	160	11	PE100	200	1,2	0,66		G	0,0
68	13	130,8	160	11	PE100	200	1,2	0,66		G	0,0
69	13	96,8	110	17	PE100	150	1,9	1,05		G	0,0
70	13	51,4	63	17	PEM	50	1,9	1,05		G	0,0
71	17	130,8	160	11	PE100	120	0,55	0,31		G	0,0
72	17	130,8	160	11	PE100	120	0,8	0,45		G	0,0
73	13	96,8	110	17	PE100	320	3,8	2,1		G	0,0
74	13	96,8	110	17	PE100	340	2,5	1,4		G	0,0
75	13	40,8	50	17	PEM	230	2,5	1,4		G	0,0
76	13	130,8	160	11	PE100	300	9,2	5,1		G	0,0
77	16	130,8	160	11	PE100	289	3	1,8		G	0,2
78	16	130,8	160	11	PE100	422	3,2	2		G	0,2
79	12	96,8	110	17	PE100	682	1,2	0,9		G	0,2
80	12	51,4	63	17	PEM	212	1,2	0,9		G	0,2

No	Valt provnings-tryck	Inner-dimension	Ytter-dimension	SDR	Mtrl	Längd	Vattenmängd (l)			Resultat (G=godkänd, U=underkänd)	RN = B - 0,550 A
	[bar]	[mm]	[mm]				Timme 3 [A]	Timme 5 [B]	Timme 7 [C]		
81	12	176,2	200	17	PE100	180	1,66	1,25		G	0,3
82	25	195	280	7,4	PE100	748	15	9		G	0,8
83	6	415,6	450	26	PE100	1870	75	43		G	1,8
84	10	96,8	110	17	PE100	3000	24	16		G	2,8
85	10	110,2	125	17	PE100	3000	24	16		G	2,8
86	13	176,2	200	17	PE100	600	52,7	43,6	11,1	G	14,6
87	10	101,6	110	26	PE100	655	24,4	28,4	66,3	U	15,0
88	10	55,4	63	26	PEM	140	24,4	28,4	66,3	U	15,0
89	13	220,4	250	17	PE100	1420	88	64	46	G	15,6
90	8	515,4	630	17	PE80	1460	240	170	106	G	38,0
91	13	176,2	200	17	PE100	600	283,3	266,8	269,2	U	111,0
92	13	51,4	63	17	PEM	380	283,3	266,8	269,2	U	111,0

Tabell 7.1

Sammanställning av datainsamling av utförda provtryckningar enligt P78.

8 Slutsatser

Täthetskontroll är en viktig del av att bedöma kvalitet på VA-ledningssystem. Täthetskontroll räcker dock inte som den enda metoden att säkerställa kvaliteten. Dataanalys av utförda täthetskontroller av PE-ledningar i fält enligt P78 visar att ca 10 % av ledningarna godkänns som täta där vi egentligen inte vet om den är tät.

Täthetskontroll enligt P78 och P79 är etablerade metoder värda att behålla och utveckla. Andra metoder som utvärderats och testats bedöms inte ge en förbättrad täthetskontroll jämfört med P78/P79 och är i många fall mer komplicerade eller för för- enkla. Utifrån labbtester kan slutsatsen dras att allvarliga fel inte alltid upptäcks vid täthetskontroll oberoende av testade metoder. Provning med luft vid lågt tryck (0,1–0,3 bar) hittar inte alla fel som upptäcks vid provning med vatten. Förstörande provning (mekanisk provning) av PE-skarvar upptäcker inte samtliga fel.

En övergripande slutsats efter att ha utvärderat flera metoder och samlat erfarenheter från utförare är att täthetskontrollen ska:

- Vara enkel att genomföra
- Inte ge utrymme för tolkningar av utförande eller mätresultat/bedömning
- Vara förankrad med en teoretisk modell
- Inte använda för lågt eller för högt provningstryck – måste vara högre än arbetstrycket
- Ges tillräcklig tid för att fel ska framkomma

P78 och P79 uppfyller ej till fullo ovanstående punkter. De huvudsakliga förbättrings- områdena och önskvärda förtydliganden framgår av Tabell 8.1.

Tabell 8.1

Sammanfattande slutsatser förbättringsområden P78 och P79.

	P78	P79
Provningstryck	Provningstrycket bör sänkas till ledningens tryckklass (PN).	Provningstryck bör sättas till 10 bar och referenstryck 8 bar för samtliga dimensioner.
Provningstid	Genomföra förlängd provning i flera fall, dvs 7 timmars provningstid i stället för 5 timmar.	Inget behov av justering framkommit.
Kontrollvattenmängd (Acceptabelt läckage)	Bör endast tillämpas vid förlängd provning (7 timmar).	Definition måste ses över.
Längsta tillåtna ledning	Saknar begränsning, inget behov av justering har framkommit, dock förtydliga att avluftning är säkerställd.	Ta bort begränsning, dvs längre ledning kan accepteras om mätnoggrannhet etc kan garanteras.

Behov av forskning och vidare studier finns avseende begreppet kontrollvattenmängd och hur denna teoretiskt underbyggs. Det finns skäl att se över kontrollvattenmängd för dagens ledningssystem jämfört med äldre ledningssystem, exempelvis om skarvmeter eller förekomst av luft skiljer sig från tidigare antaganden. Mer kunskap behövs om töjningens temperaturberoende för dagens plaströrsmaterial och annan teoribildning kring materialegenskaper inför en revidering av P78. Ytterligare experimentella försök behövs avseende segjärnsledningar för att klarlägga vilka fel som upptäcks med respektive metod (P79 m.fl.), i likhet med labbtester på plastledningar som gjorts i denna studie.

9 Förslag till framtida revidering P78 och P79

Ett syfte med projektet var att ge underlag för en framtida revidering av P78 och P79. Avsnitt nedan sammanfattar de huvudsakliga punkterna att arbeta vidare med vid revidering. Punktlistan kan även ses som ett möjligt tillägg och precisering av P78 och P79 i väntan på ny branschstandard. Liknande revidering och förtydliganden bör göras i AMA Anläggning. Förslag till revideringstexter AMA redovisas i Bilaga A.

9.1 P78

- För att få ut luft ur ledning och undvika missvisande provningsresultat rekommenderas s.k. piggnig.
- I provningsprotokoll ska anges datum, klockslag och tryck för påbörjad initialbelastning samt datum, klockslag, tryck för samtliga mättillfällen under hela provningen.
- Provningsstrycket ska alltid relateras till rörets tryckklass och sättas till $1.0 \times PN$, minskat provningsstryck på grund av lägre dimensionerande arbetstryck rekommenderas ej.
- Mätnoggrannheten angiven under kapitel 2.1 i P78 bör förenklas i relation till praktiskt möjlig mätning vid provning. Vattenvolymernas mätnoggrannhet är onödigt hög. Om inget annat anges ska mätnoggrannheten vara $\pm 0,01$ liter. Mätnoggrannheten för vattentryck ska fortsatt vara $\pm 0,01$ bar, men detta kan göras tydligare.
- Det generella kravet på noggrann mätning av temperaturdifferens avseende inpumpat vatten och temperatur i röret tas bort då detta praktiskt ej påverkar provningen i normalfallet och är svårt att mäta noggrant. Liknande temperatur på inpumpat vatten och ledningens temperatur ska alltid eftersträvas. Vid temperaturer på vatten i ledningen över $+20$ °C ska provningsstrycket sänkas med 1,3 % per grad C överstigande $+20$ °C och temperatur får aldrig överstiga $+40$ °C.
- Referensvolymerna RN och RF bör anges med 2 decimaler för att förenkla. Ej motiverat med 3 decimaler.
- Komplettera bedömning av provningsutfall med *förekommer synligt läckage bedöms ledningen som ej godkänd, även om täthetsprovningen är godkänd.*
- Om olika tryckklasser förekommer inom provsträckan och det inte är möjligt att avgränsa provningen ska provningsstrycket sättas till lägsta tryckklassen. Exempelvis en huvudledning med PN10 och serviser med PN12,5 så ska PN10 användas.
- Vid normalprovning 5 timmar bör gälla att $RN \leq 0$ för godkänd täthetsprovning. Om $RN > 0$ ska förlängd provning göras.
- Begreppet acceptabelt läckage, dvs kontrollvattenmängd D, bör ses som ett acceptabelt mätfel vid förlängd provning som ska utvärderas enligt följande bedömningskriterier:
 - G: Om $RF \leq 0$ är täthetsprovningen godkänd. (Utan anmärkning)
 - A: Om $RF \leq D$ är täthetsprovningen godkänd. (Med anmärkning)
 - U: Om $RF > D$ är täthetsprovningen inte godkänd. (Underkänd)
- Efterdragning av flänsförband efter täthetskontroll rekommenderas

9.2 P79

- För att få ut luft ur ledning och undvika missvisande provningsresultat rekommenderas s.k. pigging.
- I provningsprotokoll ska anges datum, klockslag och tryck för påbörjad initialbelastning samt datum, klockslag, tryck för samtliga mättillfällen under hela provningen.
- Provningstrycket ska, oavsett dimension, vara 10 bar på ledningens lägsta punkt och referenstryck ska vara 8 bar.
- Mätnoggrannheten angiven under kapitel 5 i P79 bör förenklas i relation till praktiskt möjlig mätning vid provning. Vattenvolymernas mätnoggrannhet är onödigt hög. Om inget annat anges ska mätnoggrannheten vara $\pm 0,01$ liter.
- Flänsar och montageboxar ska vara synliga vid täthetskontroll och efterdras efter täthetskontroll.
- Längre provningssträcka än 500 meter tillåts. En plan för vattentillgång för provning av längre sträckor med stor dimension bör göras av beställaren i god tid före provning.

10 Slutkommentar – en bredare syn på hur vi följer upp kvalitet och livslängd

Kvalitet och lång livslängd är hållbart då det bland annat minskar resursåtgång för att åtgärda akuta störningar och skyddar resursen vatten från att förloras via läckage. Täta ledningsnät är även mycket viktigt för att föroreningar ej ska kunna tränga in under leverans av livsmedlet dricksvatten.

Ett helt nytt utvecklat tänk kring kompetenskrav och koll på hela rörsystemet med alla komponenter behövs. Täthetskontroll måste *ta hänsyn till* och kontrollanten måste *känna till* rörsystemet och alla dess anordningar.

Figur 10.1 sammanfattar de olika delar som bör ingå i *kontrollfilosofin* när VA-ledningsnät ska byggas, besiktigas och tas i drift. För en utförlig beskrivning (mer tips) av kontroller som bör göras under byggfas, se *Kontroll- och bygglidarhandboken VA* (Mårtensson red. 2022).



Figur 10.1
Kontrollfilosofi för VA-ledningsnät.

Denna rapport visar på att flertalet fabricerade fel godkänns vid täthetskontrollen. Grova fabricerade fel på elektrosvets och skarvkoppling/fläns kanske upptäcks vid täthetskontroll men det finns inga garantier. Ett axplock av aktiviteter som behöver utföras på en PE-ledning för att säkerställa kvaliteten är enligt nedan:

- Mottagningskontroll och dimensionskontroll: bygglidare bör medverka i denna.
- Förstörande prov av respektive fogmetod där beställaren medverkar. En utbildad bygglidare får en förståelse för rörläggarens kunskaper inom svetsning och vad hen behöver vara observant på i projektet. Under detta moment säkerställs även att certifikatet på utbildare är korrekt.
- Bygglidarens löpande granskning av svetsdokumentation.
- Bygglidarens kontroll av svetsplats.
- Bygglidarens visuella kontroll av någon stumsvets samt samtliga fogar elektrosvets, kopplingar och flänsar.

-
- Åtdragning av flänsar inklusive efterdragning.
 - Oförstörande provning av fogning.
 - Täthetskontroll.

Merparten av alla förfrågningsunderlag är upprättade på ett godtagbart sätt för att säkerställa kvalitet vid byggnation men det förutsätter att projekt och bygglidare har möjlighet att vara ute i fält och kontrollera att entreprenören följer kravställning samt att man har en seriös entreprenör. I merparten av fallen med avvikelser inom garantitiden skulle detta kunna upptäckas av en utbildad bygglidare i fält.

Störst nytta mot investerad tid fås av att bygglidare granskar entreprenörens kontrollprogram inklusive kontrollplan så det säkerställs att entreprenören inte har missat någon del av kontrollen. Bygglidare har också sedan ett ansvar för att säkerställa att entreprenör utför egenkontrollen löpande och att den dokumenteras efter att arbetet är utfört. Mer om detta finns att läsa i Kontroll- och bygglidarhandboken utgiven av Svenskt Vatten.

Kvalitet och livslängd på en PE-ledning avgörs till stor del av entreprenörens handhavande vid installation. Arbetsberedningar bör alltid göras för kritiska moment i samråd med beställare. Den avslutande täthetskontrollen är bara ett sätt att säkerställa att ledning är tät vid överlämnade till beställaren. Täthetskontroll säkerställer inte en lång livslängd på ledningen utan det måste göras via löpande byggkontroll och andra kontrollaktiviteter.

Referenser

- Bergman, G. och Blomfeldt, T. (2014) *Att säkerställa täthet och kvalitet hos skarvar i PE-ledningar*. Stockholm. Svenskt Vatten Utveckling, 2014. nr 2014-15.
- Björklund, I. (2010) *Yttrande över SPs VA-forskrappport: Metoder för täthetsprovning av trycksatta polyetenledningar*. Stockholm : u.n., 2010. IBCO.
- DVS (2023) *Technical Codes on Plastics Joining Technologies*. 8th Edition. Düsseldorf : DVS Media GmbH, 2023. ISBN: 978-3-96144-204-1.
- Göteborgs stad (2020) *Byggnadsbeskrivning för VA-ledningsarbeten B20*. Göteborg: Göteborgs stad Kretslopp och Vatten, 2020. B20.
- Janson, L-E. (1964a). *Anvisningar för täthetsprovning av plastledningar Nr VA 17*. Stockholm : KVVVS Anvisningar, 1964.
- Janson, L.-E. (1964b). *Utredning om täthetsprovning av plastledningar PU 8.5*. Stockholm : KVVVS publikationsserie Vatten och Avlopp, 1964.
- Janson, L-E (1992a). *Method for tightness testing of plastics pressure pipelines*. Königshof, Nederländerna : u.n., 1992. Plastic Pipe VIII Conference.
- Janson, L-E. (1992b). *Metod för täthetsprovning av plastledningar tillverkade av polyolefiner (polyeten, polypropen och polybuten)*. Stockholm : VBB VIAK Teknikutveckling Rapport 1992:01, 1992.
- Karlsson, L. och Andersson, H. (2011) *Metoder för täthetsprovning av trycksatta polyetenledningar*. Göteborg : Svenskt Vatten Utveckling, 2011. nr 2011-10.
- Mårtensson H red. (2022) *Kontroll- och bygglidarhandboken VA. C-rapport*, Svenskt Vatten.
- Troughton, M (2006) *Comparison of long-term and short-term test for electrofusion joints in PE pipes.*, o.a. Washington DC : Plastic Pipe XIII Conference , 2006.
- Troughton, M. och Khamsehnezhad, A. (2016) *Short-Term and Long-Term Mechanical Testing to Evaluate the Effect of Flaws in Butt Fusion Joints in Polyethylene Pipes*. Vancouver, BC, Canada : ASME 2016 Pressure Vessels & Piping Division Conference, PVP2016, July 17-21, 2016, 2016.
- VAV P78 (1997). *Anvisningar för täthetsprovning av tryckledningar tillverkade av polyolefiner (polyeten, polypropen och polybuten)*. Stockholm: VAV (Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen), 1997.
- VAV P79 (1998) *Anvisningar för täthetsprovning av tryckledningar enligt VoV Bk 21*. Stockholm: VAV (Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen), 1998.

Bilaga

Bilaga A Förslag revideringstexter

AMA

AMA lägger en enhetlig grund för byggande och utformning av tekniska system, däribland VA-ledningsnät. AMA hänvisar i flera fall till branschstandarder. Under projektet har relevanta krav samt råd och anvisningar utvärderats mot bakgrund av de resultat och slutsatser som framkommit avseende täthetskontroll. Förslag till ändringar i AMA ges nedan. Denna beskrivning ansluter till AMA Anläggning 20. Text i rutor med rosa bakgrund är ändringar, medan text i rutor med grå bakgrund är råd- och anvisningstext.

P Apparater, ledningar m m i rörsystem eller rörledningsnät

PB Rörledningar i anläggning

VA-ledning

Tryckledning

Vattenledning

Vattenledningar av rör av segjärn, stål, betong, PVC och GRP ska uppfylla tryck- och täthetskrav enligt Svenskt Vatten P79.

Med ändring av Svenskt Vatten P79 gäller följande:

- ledningen bedömas som icke godkänd om det förekommer synligt läckage
- provningstrycket ska, oavsett dimension, vara 10 bar på ledningens lägsta punkt och referenstryck ska vara 8 bar
- klockslag och datum för konditionering och täthetskontroll ska framgå av protokollet
- om olika tryckklasser förekommer inom provsträckan, och det inte är möjligt att avgränsa provningen, ska provtrycket sättas till maximalt provningstryck för produkt med lägst tryckklass.

Vattenledningar av rör av PE, PP och PB ska uppfylla tryck- och täthetskrav enligt Svenskt Vatten P78.

Med ändring av Svenskt Vatten P78 gäller följande:

- provningstrycket ska vara 1,0 x PN på ledningens lägsta punkt, där PN är ledningens nominella tryckklass uttryckt i bar
 - ledningen bedömas som icke godkänd om det förekommer synligt läckage
 - klockslag och datum för initialbelastning och täthetskontroll ska framgå av protokollet
 - provningstrycket ska anpassas vid vattentemperaturer i ledningen över +20 °C
 - om olika tryckklasser förekommer inom provsträckan, och det inte är möjligt att avgränsa provningen, ska provtrycket sättas till maximalt provningstryck för produkt med lägst tryckklass
 - vid täthetskontroll mot ändhuv ska ändhuvorna vara av minst samma tryckklass som ledningen samt för plastledning uppfylla krav enligt SS-EN 12842
 - om $RN \leq 0$ är täthetsprovningen godkänd
 - om $RN > 0$ ska förlängd provning utföras
- Vid förlängd provning gäller att ledningen är
- godkänd utan anmärkning (G) om $RF \leq 0$
 - godkänd med anmärkning (A) om $RF \leq D$
 - underkänd (U) om $RF > D$.

YHB.1211 Apparater, ledningar m m i rörsystem eller rörledningsnät

Tryck- och täthetskontroll av vattenledning ska utföras innan ledning rensas och desinficeras. Vid tryck- och täthetskontroll av vattenledning ska vatten av dricksvattenkvalitet användas.

Kontrolltryck ska mätas med tryckmätare som kan avläsas med en noggrannhet av 10 kPa. Inpumpad vattenmängd och läckvatten ska mätas med en noggrannhet av 0,02 liter.

Före kontroll ska angivna förankringar vara utförda.

Om någon del av ledningen förankrats eller stöttats med anordning av betong, får ledningen kontrolleras tidigast fem dygn efter det att betongen gjutits.

Innan kontroll får utföras mot stängd ventil i ventilkammare ska fyllning vara utförd kring kammaren.

Enstaka fogar mellan kontrollerade sektioner ska kontrolleras efter sammanfogning genom provning med arbetstryck under minst en timme. Synligt läckage får inte förekomma.

Kontroll ska i övrigt utföras enligt anvisningar från rörtillverkare eller tillverkare av provutrustning.

För kontroll och provtagning på nylagd ledning ska, när så behövs, tillfälliga anslutningar för uttag för vatten, montering av dricksvattenpluggar och efterföljande återställning utföras.

Beakta behovet av särskilda åtgärder om temperaturen understigit 5 °C vid gjutning av förankringsstöd av betong.

Beakta att ackrediterat företag ska utföra arbetet vid tryck- och täthetskontroll med luft eller gas

- vid tryck större än 3 bar (0,3 MPa)
- om produkten av kontrolltrycket i bar multiplicerat med anordningens volym i liter är större än 30 och trycket är större än 0,03 bar (30 kPa).

Ange under aktuell kod och rubrik

- om tryck- och täthetskontroll får ske mot befintlig ventil. Om inte föreskriv att proppning anordnas
- största längd på ledningssträcka som får kontrolleras vid samma provningstillfälle
- om andra eller kompletterande bedömningsgrunder än de som anges i aktuell åberopad handling som beskriver kontrollmetod ska gälla
- om tillfälliga luftningspunkter erfordras vid kontroll
- om rörledning i skyddsledning eller på stöd ska tryck- och täthetskontrolleras för sig
- hur provningsresultat ska redovisas – till exempel på ett likartat sätt som protokoll-formulären i Svenskt Vatten P78 respektive Svenskt Vatten P79 anger.

YHB.12111 Tryck- och täthetskontroll av vattenledning av segjärnsrör, stålrör m fl

Tryck- och täthetskontroll ska utföras enligt Svenskt Vatten P79.

Med ändring av Svenskt Vatten P79 gäller följande:

- ledningen bedömas som icke godkänd om det förekommer synligt läckage
- provningstrycket ska vara 10 bar på ledningens lägsta punkt och referenstryck ska vara 8 bar, oavsett dimension
- klockslag och datum för konditionering och täthetskontroll ska framgå av protokollet
- om olika tryckklasser förekommer inom provsträckan, och det inte är möjligt att avgränsa provningen, ska provtrycket sättas till maximalt provningstryck för produkt med lägst tryckklass.

Avser tryck- och täthetskontroll av vattenledning av stålrör, segjärnsrör och andra rörmaterial än plast.

Ange

- om flänsar ska vara synliga vid täthetskontroll
- om montagebox ska vara synlig vid täthetskontroll
- flänsar ska efterdras efter täthetskontroll
- om längre provningssträcka än 500 m tillåts.

YHB.12112 Tryck- och täthetskontroll av vattenledning av PVC-rör, GRP-rör m fl

Tryck- och täthetskontroll ska utföras enligt Svenskt Vatten P79.

Avser tryck- och täthetskontroll av vattenledning av plaströr av polyvinylklorid (PVC) och av glasfiberarmerad polyester (GRP) med flera plastmaterial med liknande töjningsegenskaper. Ange provtryckning av vattenledning av polyeten, polypropen och polybuten under YHB.12113.

YHB.12113 Tryck- och täthetskontroll av vattenledning av rör av PE, PP och PB

Tryck- och täthetskontroll ska utföras enligt Svenskt Vatten P78.

Med ändring av Svenskt Vatten P78 gäller följande:

- provningstrycket ska vara $1,0 \times PN$ på ledningens lägsta punkt, där PN är ledningens nominella tryckklass uttryckt i bar
 - ledningen bedömas som icke godkänd om det förekommer synligt läckage
 - klockslag och datum för initialbelastning och täthetskontroll ska framgå av protokollet
 - provningstrycket ska anpassas vid vattentemperaturer i ledningen över $+20\text{ °C}$
 - om olika tryckklasser förekommer inom provsträckan, och det inte är möjligt att avgränsa provningen, ska provtrycket sättas till maximalt provningstryck för produkt med lägst tryckklass
 - vid täthetskontroll av mot ändhuv ska ändhuvorna vara av minst samma tryckklass som ledningen samt för plastledning uppfylla krav enligt SS-EN 12842
 - om $RN \leq 0$ är täthetsprovningen godkänd
 - om $RN > 0$ ska förlängd provning utföras
- Vid förlängd provning gäller att ledningen är
- godkänd utan anmärkning (G) om $RF \leq 0$
 - godkänd med anmärkning (A) om $RF \leq D$
 - underkänd (U) om $RF > D$.

Avser tryck- och täthetskontroll av vattenledning av rör av polyolefina material – polyeten (PE), polypropen (PP) och polybuten (PB).

Beakta att vid justering av provtrycket till annat värde än i AMA angivet ska referensvolym justeras.
Ange

- om flänsar ska vara synliga vid täthetskontroll
- om montagebox ska vara synlig vid täthetskontroll
- om flänsar ska efterdras efter täthetskontroll.

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se