

Utskiftbarhet av rør-i-rør-systemer

Resultater og råd basert på laboratorieprøving



SINTEF Fag

Karolina Stråby, Lars-Erik Fiskum og Bjørn-Roar Krog

Utskiftbarhet av rør-i-rør-systemer

Resultater og råd basert på laboratorieprøving

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Fag 55
Karolina Stråby, Lars-Erik Fiskum og Bjørn-Roar Krog

Utskiftbarhet av rør-i-rør-systemer

Resultater og råd basert på laboratorieprøving

Emneord: rør-i-rør-system, utskiftbarhet, testing
Prosjektnummer: 102012789-9

ISSN 1894-2466
ISBN 978-82-536-1620-9

30 eks. trykt av AIT Bjerch
Innmåt: 100 g munken polær
Omslag: 240 g trucard

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2019

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bære tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag
SINTEF Byggforsk
Forskningsveien 3 B
Postboks 124 Blindern
0314 OSLO
Tlf.: 40 00 51 00

www.sintef.no/byggforsk
www.sintefbok.no

Forord

Den overordnede målsettingen med dette prosjektet har vært å kartlegge utskiftbarheten til rør-i-rør-systemer for distribusjon av varmt og kaldt tappevann. Erfaring viser at plassmangel inne i bygningskonstruksjonen, lange rørstrekk, samt mange og krappe bend er vanlige utfordringer i dagens norske bygg. Vi ønsker å belyse hvordan utskiftbarheten påvirkes av for eksempel utformingen av veggboxen, antall bend og bøyeradius, rørdimensjoner og rørlengde.

Kartleggingen baserer seg på laboratorietester, tidligere feltundersøkelser og erfaring.

Denne rapporten er utarbeidet av Vannskadekontoret. Vi vil takke medlemmer av Vannskadekontoret som har bidratt med finansiering av prosjektet, samt de leverandørene som har bistått med materialer og opplysninger.

Arbeidet er utført av SINTEF Byggforsk, avdeling Bygninger og installasjoner, faggruppe Sanitær og våtrom i Oslo.

Oslo, 18.3.2019

Karolina Stråby
Senioringeniør
SINTEF Byggforsk

Bjørn-Roar Krog
Seniorrådgiver
SINTEF Byggforsk

Lars-Erik Fiskum
Forskningsleder
SINTEF Byggforsk

Sammendrag

Byggteknisk forskrift (TEK17) stiller krav til at innvendige vanninstallasjoner skal være lett utskiftbare samt at en lekkasje enkelt skal kunne oppdages og ikke føre til skade på installasjoner og bygningsdeler. Rør-i-rør-system er utviklet for å tilfredsstille disse funksjonskravene.

Erfaring viser at plassmangel i bygningskonstruksjonen, lange rørstrekk, samt mange og krappe bend er vanlige utfordringer i dagens norske bygg. På denne bakgrunn var det ønskelig å kartlegge utskiftbarheten av dagens rør-i-rør-systemer gjennom testing i laboratorium.

Graden av utskiftbarhet til et rør-i-rør-system varierer mellom forskjellige leverandører og dimensjoner. Det er flere faktorer som påvirker utskiftbarheten. En samlet vurdering er derfor nødvendig i hvert enkelt tilfelle. Testing og erfaring tilsier at veggboxen er det mest kritiske punktet for utskiftbarheten. For å gjøre det enklere å trekke ut innerrøret bør man derfor se mer på utformingen av veggboxen. Det anbefales også at dimensjonen på varerøret økes for enkelte leverandører, slik at det er mer klaring til innerrøret.

Utover produktenskapene til et rør-i-rør-system påvirkes utskiftbarheten i høy grad av hvor rommene med vanninstallasjoner er plassert og tilgjengelige føringsveier til rommene. Utskiftbarheten til et system er med andre ord like mye et resultat av prosjektering som montering. Det anbefales derfor at bygningens sjaktbehov og føringsveier for tekniske installasjoner planlegges tidlig i prosjekteringsfasen.

Innhold

FORORD	3
SAMMENDRAG	4
INNHOOLD	5
1. INNLEDNING	6
1.1 BAKGRUNN.....	6
1.2 FORMÅL OG OMFANG.....	6
2. BYGGTEKNISK FORSKRIFT (TEK17)	7
3. RØR-I-RØR-SYSTEM – PRINSIPP	7
4. ERFARINGER	8
4.1 BYGGEPLASS	8
4.2 PREFABRIKKERTE VÅTROMSMODULER	11
5. TESTMETODER FOR KONTROLL AV UTSKIFTBARHET	14
5.1 NT VVS 129 PKT. 6.4.13	14
5.2 EKSISTERENDE SINTEF TESTMETODE NR. 2: 2015 VERSJON 1, PUNKT 6.25	14
5.3 FORSLAG TIL NY TESTMETODE FOR UTSKIFTBARHET	16
5.3.1 Testmetode	16
5.3.2 Testoppsett	18
6. TESTOBJEKT	21
6.1 IDENTIFIKASJON	21
6.2 OPPMÅLING OG MONTERING	23
6.3 VERKTØY	23
7. RESULTATER	24
8. DISKUSJON	26
8.1 GENERELT	26
8.2 VEGGBOKS	26
8.3 DIMENSJONSFORHOLD MELLOM PEX-RØR OG VARERØR	29
8.4 EGENSKAPER FOR PEX-RØR	30
8.5 KLAMRING.....	30
8.6 FRIKSJON (GLIDEMIDDEL, OPPVARMING AV PEX-RØR)	30
8.7 SYSTEMUTFORMING	30
9. KONKLUSJON	31
10. ANBEFALINGER	32
REFERANSER	33
VEDLEGG	34
VEDLEGG A – TESTUTSTYR	34

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I 2008 ble det utgitt en prosjektrapport i regi av SINTEF Byggforsk med tittelen *Sanitæranlegg og vannskadesikkerhet – fokus på tilsyn, kontrollarbeid og kompetanse* (Holthe mfl.). Prosjektrapporten avdekket at i 85 % av de undersøkte tiltakene var ett eller flere funksjonskrav vedrørende vannskadesikkerhet i TEK ikke oppfylt. Det var i hovedsak funksjonskrav med hensyn til utskiftbarhet og lekkasjevarsling for rør-i-rør-systemer som ikke ble innfridd.

Siden prosjektrapporten ble utgitt i 2008, har TEK blitt revidert, produktdokumentasjon av rør-i-rør-systemene har blitt utstedt og tilgjengelig informasjon om korrekt montering/prosjektering av systemene har blitt revidert, jf. (Vannskadekontoret 2013) og Byggetaljer 553.117 *Rør-i-rør-systemer for vannforsyning* (2015).

I 2017 leverte fire studenter ved OsloMet (tidligere Høyskolen i Oslo og Akershus) en bacheloroppgave som kartla kvaliteten på rør-i-rør-installasjoner i nye bygg (Schmidt Haislund Jensen mfl. 2017). I oppgaven ønsket de å undersøke om presiseringer i TEK, tekniske godkjenninger, reviderte anvisninger etc. har bidratt til å heve kvaliteten på prosjektering og utførelse av dagens rør-i-rør-installasjoner. Kartleggingen avdekket at 69 % av befaringene ikke tilfredstilte krav til utskiftbarhet i TEK. Mangelfull og ureglementert klamring var en gjenganger.

Det er vanlig å teste rør-i-rør system etter testmetoden *NT VVS 129 Pipe in tube systems* (Nordic Council of Ministers 2002). Den definerer blant annet krav og testmetode for utskiftbarhet av PEX-rør i henhold til bestemt oppsett. Ved bruk av andre dimensjoner enn testet, rørstrekk lengre enn 10 m og med tre eller flere bend, må utskiftbarhet kontrolleres på plass. Erfaring viser at plassmangel i bygningskonstruksjonen (stenderverk), lange rørstrekk, samt mange og krappe bend er vanlige utfordringer i dagens norske bygg. Manglende fokus på tekniske anlegg og montering av slike anlegg tidlig i prosjekteringsfasen leder til ugunstige forutsetninger.

1.2 Formål og omfang

Den overordnede målsettingen med dette prosjektet er å kartlegge utskriftbarheten av rør-i-rør-installasjoner i ulike scenarier. Det omfatter også å definere relevante testoppsett basert på utforming av dagens vanninstallasjoner, og ta fram en metodikk for å måle nødvendig kraft for uttrekk.

Testing av monterings- og dimensjoneringsprinsipper med hensyn til utskiftbarhet er utgangspunkt for studien. Den ønsker å belyse hvordan utskiftbarheten påvirkes av:

- Utformingen av veggboxen
- Antall bend og bøyeradius
- Antall klammer og klammeravstand
- Rørdimensjoner – forholdet i størrelse mellom innerrør og varerør
- Lengden på rørstrekk

Rapporten skal kunne gi rør-i-rør-produsenter, rørleggere, VVS-rådgivere, myndigheter og byggenæringen økt kunnskap om korrekt montering av rør-i-rør-installasjoner for å ivareta forskriftskrav til utskiftbarhet.

2. Byggteknisk forskrift (TEK17)

Byggteknisk forskrift (TEK17) stiller følgende krav til innvendig vanninstallasjon:

§ 15-5 første ledd: Installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at god helse ivaretas ved at:

- a) det velges produkter som ikke avgir stoffer som kan forringe kvaliteten på drikkevannet eller medføre helsefare
- b) bakterievekst forebygges
- c) vanntemperatur ikke kan forårsake forbrenningsskade
- d) installasjonen er sikret mot tilbakestrømning og inntrenging av urene væsker, stoffer eller gasser og mot tilbakesug og tilførsel av vann fra annen vannkilde.

§ 15-5 andre ledd: Utstyr skal gi de forutsatte ytelser ved normalt driftstrykk

§ 15-5 tredje ledd: Installasjoner skal

- a) tilrettelegges for framtidig vedlikehold og være lett utskiftbare
- b) tåle indre og ytre belastninger og kjemiske påvirkninger
- c) sikres mot frostskafer
- d) ha tilstrekkelig tetthet mot lekkasje.

§ 15-5 fjerde ledd: Lekkasje skal kunne oppdages enkelt og ikke føre til skade på installasjoner og bygningsdeler.

§ 15-5 femte ledd: Det skal være tilfredsstillende avstengningsmulighet med stoppekran som er lett tilgjengelig og merket.

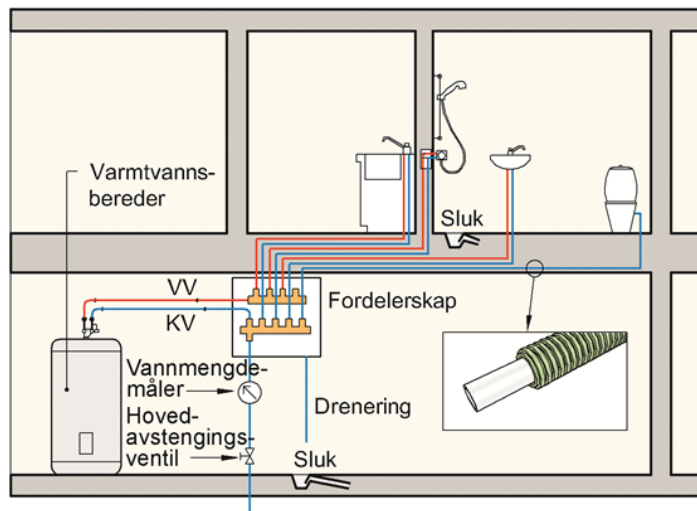
Kilde: Direktoratet for byggkvalitet (www.dibk.no)

3. Rør-i-rør-system – prinsipp

Et rør-i-rør-system er utviklet for å tilfredsstillere funksjonskrav i Byggteknisk forskrift (TEK17) om utskiftbar og vannskadesikker framføring av vannrør i bygninger, se kapittel 2.

Hovedkomponentene i et rør-i-rør-system er vannrør, varerør, fordelerskap og veggbokser. Vannrørene (innerrør) føres inni varerør, noe som gjør det mulig å trekke ut og skifte vannrørene uten bygningstekniske inngrep. Man legger rør i rør fra utstyr eller utstyrsgupper tilbake til et sentralt plassert fordelerskap. Varerørene skal gi sikker bortledning av eventuelt lekkasjevann til fordelerskapet før det går videre til siklemikk og sluk i rom med vanntett gulv.

Dersom rør ønskes skjult i gulv, vegg eller himling, er rør-i-rør-system en løsning for å oppfylle funksjonskravene i forskriften. Gjennom å montere varerørene slik at ødelagte vannrør kan trekkes ut og erstattes av nye, unngår man bygningstekniske inngrep og vanninstallasjonen oppfyller krav til utskiftbarhet.



Figur 1

Eksempel på rør-i-rør-installasjon (Kilde: Byggforskserien 553.117)

4. Erfaringer

4.1 Byggeplass

I 2017 ble det utført 31 befaringer av sanitæranlegg i eneboliger, leilighets- og næringsbygg på forskjellige byggeplasser i Oslo og Akershus (Scmidt Haislund Jensen mfl. 2017). Ut fra visuelle observasjoner ble det avdekket feil og mangler på 87 % av de undersøkte sanitæranleggene i forhold til krav i TEK10. Følgende avvik i utførelse ble observert:

- Mangelfull klamring (67 % av relevante befaringer)
- Ureglementert klamring – bruk av patentbånd, strips, elektroklammer, etc. (65 %)
- Rørstrekk over 10 m (40 %)
- Krappe rørbend (69 %)
- tre eller flere bend per rørstrekk (38 %)

Fotoer i oversikten nedenfor gir noen eksempler på feilmontering utført på byggeplasser.

Eksempler på feil montering av rør-i-rør



Figur 2
Tappevannsrør ført i himling uten klammer

Redusert mulighet for utskifting, og varmeoverføring mellom kaldt- og varmtvannsrør



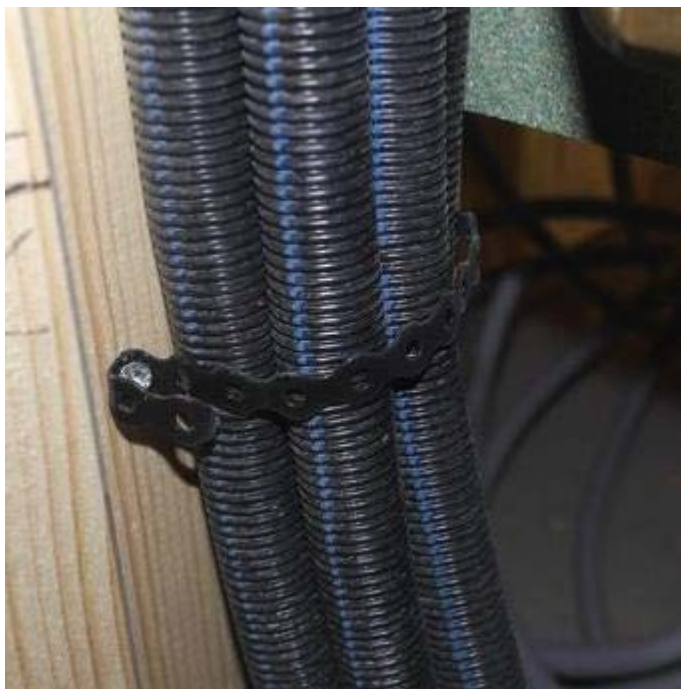
Figur 3
Lange rørstrekk ført i himling med mangelfull klamring

Redusert mulighet for utskifting, og varmeoverføring mellom kaldt- og varmtvannsrør



Figur 4
Tappevannsrør presset inntil avløpsrør med strip.

Strips er ikke godkjent klammer. Redusert mulighet for utskifting



Figur 5
Buntklamring med patentbånd til stenderverk.

Patentbånd er ikke godkjent klammer. Redusert mulighet for utskifting, og varmeoverføring mellom kaldt- og varmtvannsrør



Figur 6
Buntklamring gjennom
stenderverk

Redusert mulighet for utskifting,
og varmeoverføring mellom
kaldt- og varmtvannsrør



Figur 7
Kraft bend i stenderverk

Redusert mulighet for utskifting
grunnet liten bøyeradius



Figur 8
Rør fra fordelerskap til
tappepunkter

Vannrør er ikke klamret under
fordelerskap. Vannrør hindrer
tilgang til utskifting av innebygd
wc-sisterne.

4.2 Prefabrikkerte våtromsmoduler

En prefabrikkert våtromsmodul er et sammensatt produkt, et komplett våtrom, montert i fabrikk. Modulen består vanligvis av gulv, fire vegger og tak/himling i betong, bygningsplater, stål- eller glassfiberplater. Konstruksjonen skal være styrkemessig egnet for transport og flytting på byggeplass samt tilsiktet bruk. Modulen skal også være vanntett, det vil si ha en membran som beskytter omkringliggende bygningsdeler mot fuktskade. Vann- og avløpssystem samt sanitærutstyr er ferdig montert fra fabrikk. Egenskaper dokumenteres gjennom typeprøving for å vurdere funksjonen til hele systemet samt hvordan enkeltkomponenter fungerer sammen.

I forbindelse med SINTEF Teknisk Godkjenning (TG) har SINTEF Byggforsk utført prøving av prefabrikkerte våtromsmoduler i eget laboratorium siden 2006. Rørsystem for vannforsyning (rør-i-rør), inklusive fordelerskap og veggbokser, testes og vurderes med hensyn til sikkerhet mot vannlekkasje, utskiftbarhet, klamring og dimensjonering.

Erfaring fra typeprøving har resultert i økt fokus på å unngå krappe bend og å gjøre rørføringene så korte som mulig, selv om disse to hensynene innimellom er motstridende. Tilstrekkelig klamring og bruk av klammer som hører til systemet, har også vist seg viktig for utskiftbarheten.

Fotoer i oversikten nedenfor gir noen eksempler på montering av rør-i-rør-systemer til våtromsmoduler.

Eksempler på prefabrikkerte våtromsmoduler



Figur 9
Eksempel på føring fra
fordelerskap til tappepunkter

Det mangler klammer foran
fordelerskap.



Figur 10
Eksempel på føring gjennom
stålstendere til veggboкс

Klamringen er god.



Figur 11
Eksempel på føring fra
fordelerskap til tappepunkt over
tak

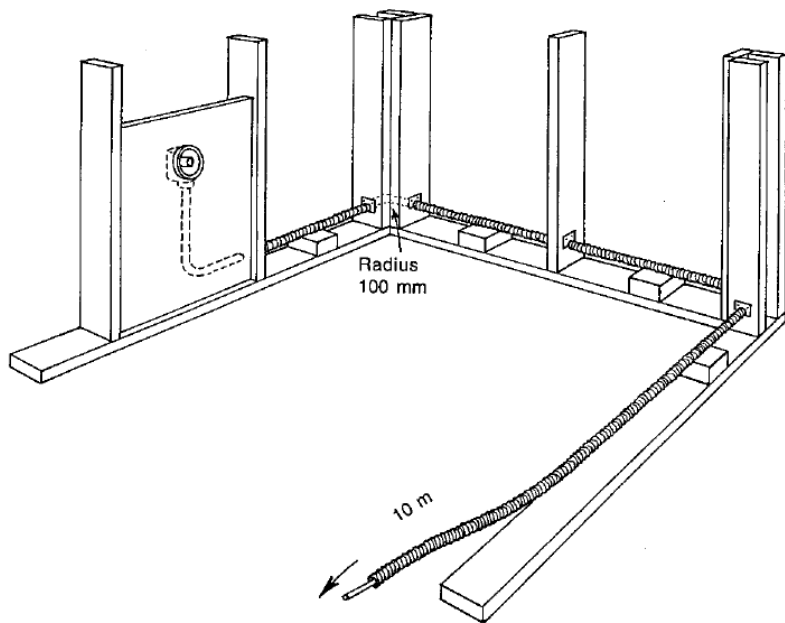


Figur 12
Eksempel på føring fra
fordelerskap til tappepunkt over
tak
Ikke god klamring av bend

5. Testmetoder for kontroll av utskiftbarhet

5.1 NT VVS 129 pkt. 6.4.13

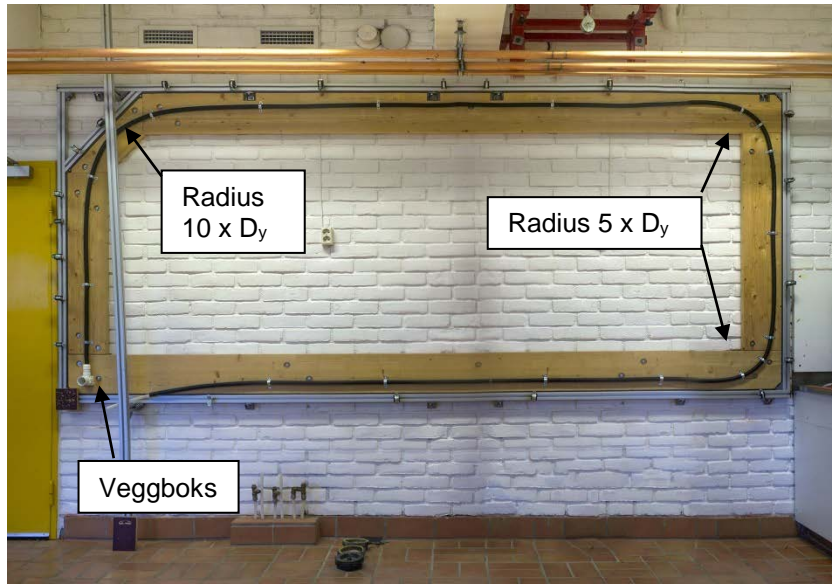
Rør-i-rør-system med total lengde på 10 m monteres i henhold til Figur 3. To av totalt fire 90° bend, inkludert veggboks, skal ha en radius på 100 mm. Klammer monteres med 600 mm avstand, hvilket motsvarer standard stenderavstand (c/c) av veggkonstruksjon med bindingsverk av tre. Utskifting av vannrøret skal skje fra veggboksen i henhold til leverandørens instruksjoner og uten av varerøret eller oppsettet tar skade.



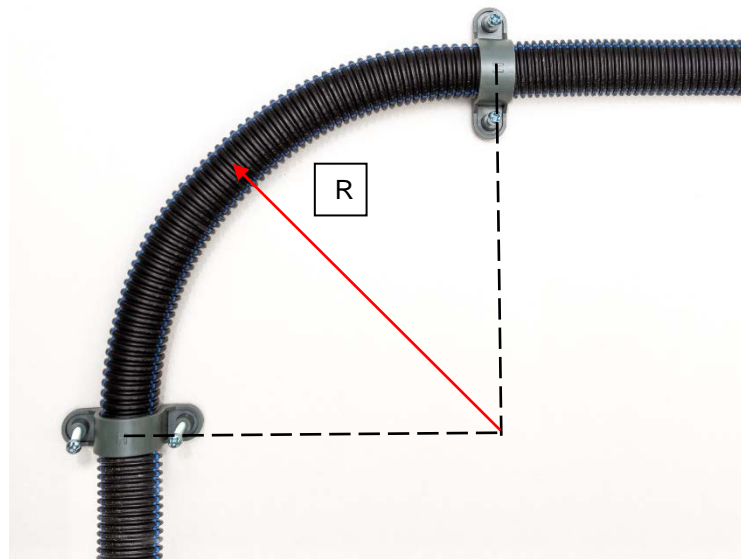
Figur 13
Testrigg for utskiftbarhet, NT VVS 129 punkt 6.4.13

5.2 Eksisterende SINTEF testmetode nr. 2: 2015 versjon 1, punkt 6.25

Ved testing av utskiftbarhet i henhold til SINTEF testmetode nr. 2: 2015 versjon 1 monteres et rør-i-rør-system med total lengde på 10 meter og fire 90° bend, inkludert en veggboks, i en prøverigg. Klammeravstand er 600 mm og med tre klammer per bend. To bend skal ha en radius på fem ganger ytre diameter på varerør. Et bend skal ha en radius på ti ganger ytre diameter på varerør. Figur 13 viser testoppsett. Utskifting av vannrøret skal skje fra veggboksen i henhold til leverandørens instruksjoner. SINTEF testmetode nr. 2 baserer seg på NT VVS 129 punkt 6.4.13, selv om testriggen ser litt annerledes ut.



Figur 14
 Testrigg for utskiftbarhet, SINTEF Testmetode 2: 2015 punkt 6.25



Figur 15
 Målepunkt for bøyeradius, R

Tabell 1
 Diameter for varerør og bøyeradius

Ytre diameter varerør, D_y [mm]	Bøyeradius, $R = 5 \times D_y$ [mm]	Bøyeradius, $R = 10 \times D_y$ [mm]
18	90	180
20	100	200
25	125	250
28	140	280


5.3 Forslag til ny testmetode for utskiftbarhet

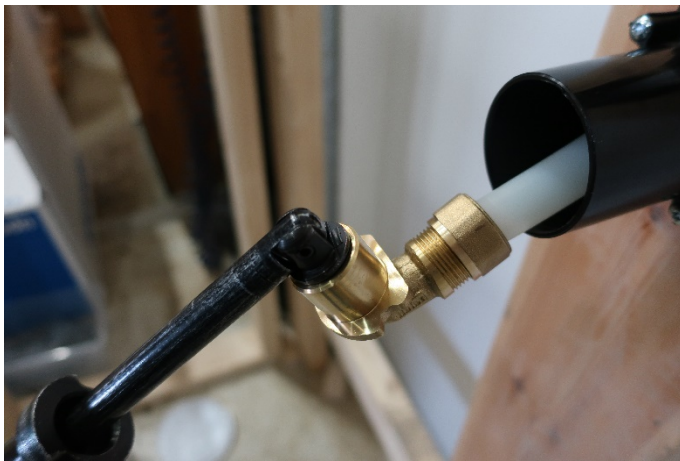
5.3.1 Testmetode

Tester er utført i henhold til en videreutviklet versjon av SINTEF Testmetode nr. 2 pkt. 6.25 for rør-i-rør-systemer. Testtriggen og testoppsett er modifisert for å være mer likt virkeligheten på byggeplass. Dette innebærer prøving av lengre rørstrekk, krappere bend og mindre klamring. Se pkt. 5.3.2 for mer informasjon om testtrigg og forskjellige oppsett.

Etter montering av veggboks, vannrør og varerør med tilhørende klammer i henhold til bestemt oppsett, utføres test etter prosedyren nedenfor. Alle tester er utført med trekking for hånd fra veggboks, uten bruk av glidemiddel eller oppvarming av PEX-rør. Dersom en person alene ikke klarer å få innerrøret i bevegelse, startes test på nytt med en person som skyver for hånd i motsatt ende (fordelersiden) i tillegg.

Hvis det ikke er mulig å trekke ut innerrøret slik metoden nedenfor beskriver, blir prøvingen underkjent.

Testmetode	
	<p>Figur 16 Albue trekkes for hånd ut av sin utgangsposisjon i veggboksen med vinklet gjengestang.</p>
	<p>Figur 17 Albue trukket ut av opprinnelig posisjon i veggboks.</p>



Figur 18
Albue og innerrør trekkes for hånd enda lenger ut av boksen med hjelp av leddet verktøy som leveres med rør-i-rør-systemet.



Figur 19
Kraftmåler kobles til rørenden, og måleprogrammet nullstilles.



Figur 20
En person trekker for hånd ut røret gjennom veggboks.

Nødvendig uttrekkskraft registreres av kraftmåler.

Dersom en person alene ikke klarer å få innerrøret i bevegelse, startes test på nytt med en person som skyver for hånd i motsatt ende (fordelersiden) i tillegg.

5.3.2 Testoppsett

Utførelsen av rør-i-rør-installasjoner varierer mellom de forskjellige byggeprosjektene. Erfaring viser at plassmangel i stenderverk, lange rørstrekk, samt mange og krappe bend er vanlige utfordringer i dagens norske bygg. Testoppsettet er utformet for å mest mulig etterligne reelle scenarier på byggeplass. De forskjellige rørlengdene er valgt på bakgrunn av plassering av fordelerskap og respektive tappepunkt med veggboks.

Testoppsett med korte rørstrekk simulerer vannrør fra fordelerskap plassert i vegg i våtrom, trukket via himling til tappepunkt på motsatt vegg. Det vil si et scenario der fordelerskap er plassert i samme rom som den veggboksen innerrøret skal skiftes ut gjennom.

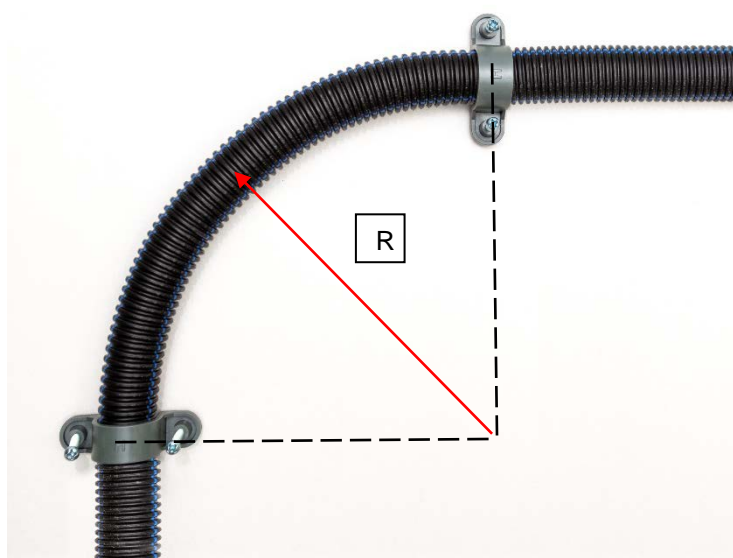
Testoppsett med lengre rørstrekk simulerer vannrør fra fordelerskap for eksempel i våtrom/teknisk rom, trukket langs vegger/tak og til et tappepunkt i et annet rom, som kjøkken eller toalettrom.

Tabell 2 og Figur 22 viser en oversikt over testoppsett. Se Figur 21 for illustrasjon av hvordan bøyeradius måles.

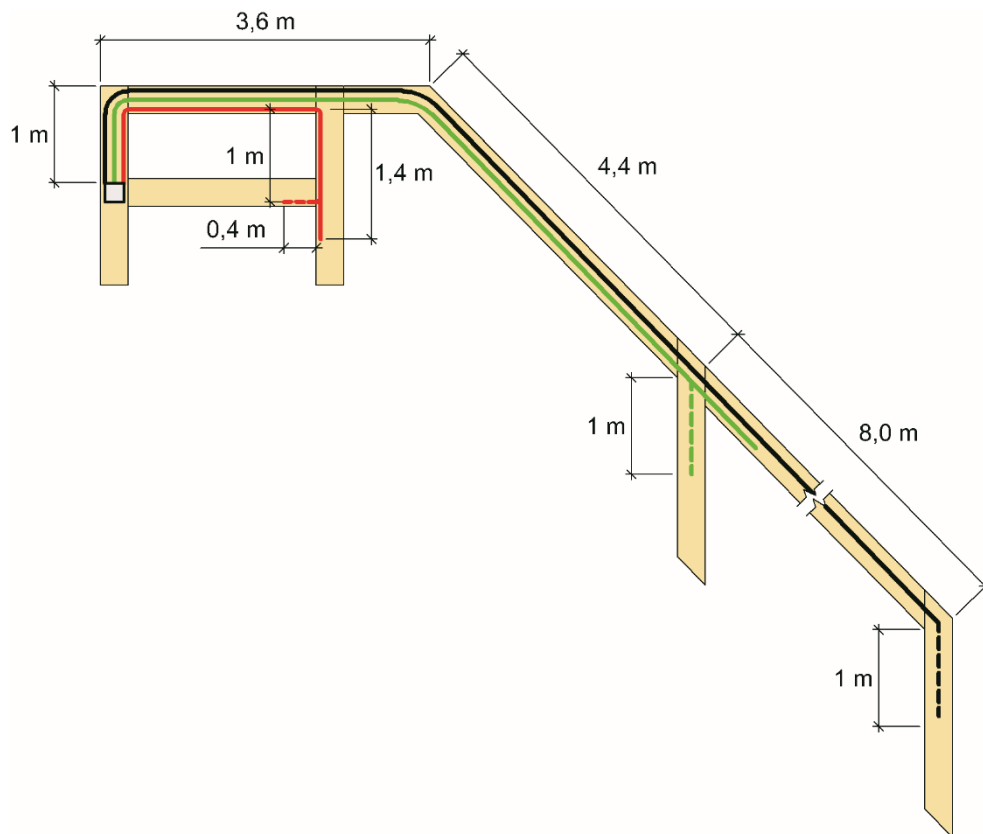
Tabell 2
Testoppsett

Testoppsett	Rørlengde [m]	Antall bend (i tillegg til veggboks)	Bøyeradius ¹⁾ [mm]
A	18	2	80 – 150
B	18	3	80 – 150
C	10	2	80 – 150
D	10	3	80 – 150
E	6	2	80 – 150
F	6	3	80 – 150

¹⁾ Bøyeradius varierer noe mellom forskjellige testoppsett og leverandører grunnet rørens stivhet og dimensjon.



Figur 21
Bøyeradius, R = 80 til 150 mm



Figur 22

Illustrasjon av testoppsett

- Rød sløyfe: 6 m rør, 2 bend pluss veggboкс (stipla linje – 3 bend)
- Grønn sløyfe: 6 m rør, 2 bend pluss veggboкс (stipla linje – 3 bend)
- Sort sløyfe: 6 m rør, 2 bend pluss veggboкс (stipla linje – 3 bend)

Det definerte rør-i-rør-systemet med tilhørende veggboкс og klammer monteres i henhold til leverandørens anvisning i testtriggen vist i Figur 22. Testing av hver dimensjon starter med test etter testoppsett A.

Før uttrekk av PEX-røret starter, må albuen i veggboксen være trukket ut, se Figur 16–Figur 18. Hvis ikke albuen er mulig å dra ut av veggboксen, alternativt at påført kraft deformerer veggboксen, vurderes systemet som ikke utskiftbart.

For å måle nødvendig uttrekkskraft til å dra PEX-røret ut av varerøret, monteres det en kraftmåler mellom PEX-røret og uttrekksanordningen, se Figur 19 og Figur 20.

Dersom en person klarer å trekke ut PEX-røret alene for hånd uten å overstige en uttrekkskraft på 500–700 N, fortsetter man testing med oppsett B – det vil si at man legger til et bend.

Hvis PEX-rør kan trekkes ut med dette oppsettet, antas det at en person alene også kan trekke ut PEX-røret for hånd på et kortere rørstrekk med likt antall bend, og testing med ny dimensjon kan starte.

Hvis en person for hånd (med eller uten bistand fra en person som skyver i fri rørende) ikke klarer å trekke ut innerrøret når rør-i-rør-systemet er montert i henhold til oppsett A, kuttes røret til 10 m og testing fortsetter med oppsett C. Dersom det er mulig å trekke ut røret, legger man til et bend og tester på nytt (oppsett D). Hvis prøving mislykkes, kuttes røret til 6 m og prøving fortsett med oppsett E.

Prosedyren repeteres fram til man har funnet fram til maks rørlengde og antall bend for respektive leverandør og rørdimensjon.

Se kapittel 7 Resultater om detaljert sammenstilling av resultater for testoppsett med kombinasjoner av leverandører, rørdimensjoner, rørlengder og antall bend.

6. Testobjekt

6.1 Identifikasjon

Testobjektene er rør-i-rør-systemer med veggboкс, vannrør, varerør og tilhørende klammer i ulike dimensjoner fra tre forskjellige leverandører.

Tabell 3 viser en anonymisert sammenstilling av testobjekter.

Tabell 3
Oversikt testobjekt

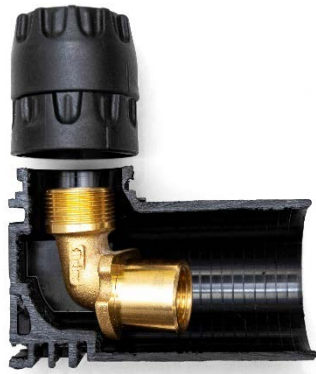
Leverandør	Utvendig dimensjon vannrør x veggtykkelse [mm]	Utvendig dimensjon varerør [mm]
A	12 x 2,0	25
	15 x 2,5	25
	18 x 2,5	28
B	12 x 2,0	20
	18 x 2,5	28
C	12 x 1,7	18
	16 x 2,2	25



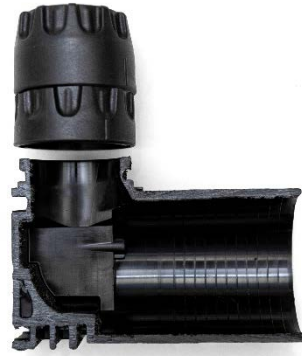
Figur 23
Albue med PEX-rør. Fra venstre leverandør A, B og C



Figur 24
Varerør og tilhørende klammer. Fra venstre leverandør A, B og C



Figur 25
Veggboks med albue, leverandør A



Figur 26
Snitt veggboks, leverandør A



Figur 27
Veggboks med albue, leverandør B
(tverrsnitt malt i sort for foto)



Figur 28
Snitt veggboks, leverandør B
(tverrsnitt malt i sort for foto)



Figur 29
Veggboks med albue, leverandør C

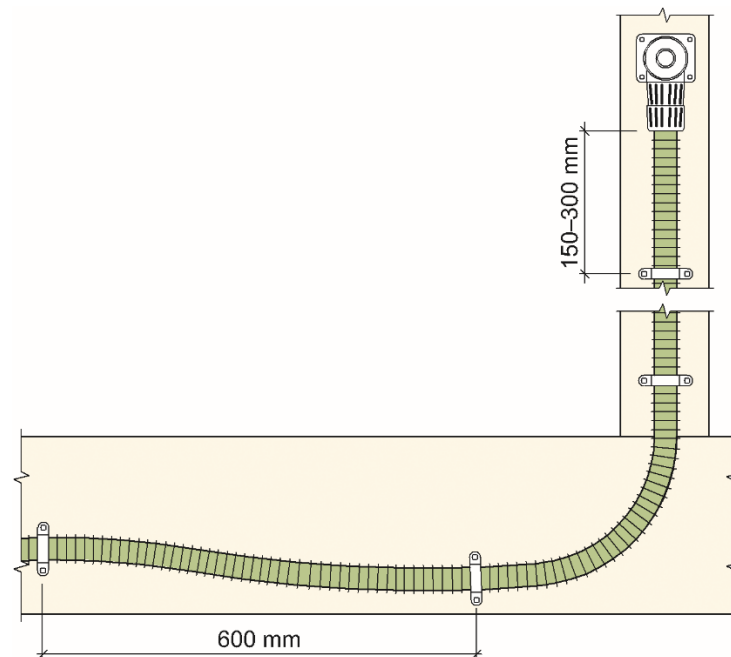


Figur 30
Snitt veggboks, leverandør C

6.2 Oppmåling og montering

Alle prøveobjektene ble oppbevart i prøvehallen ved en temperatur på $20\text{ °C} \pm 5$ før prøving. Varerør inkludert PEX-rør ble målt opp og kappet i lengder i henhold til aktuelt testoppsett, se Tabell 2.

Veggboks, varerør og PEX-rør ble deretter montert i testriggen med tilhørende rørklammer. Klamring av rør ved testing avviker fra anbefalinger i "*Rør-i-rør-systemer for vannforsyning i boliger. Lommehåndbok 3. utgave*". Det ble brukt to klammer per bend (i stedet for 3). Klammeravstand for rette rørstrekk var 1,5 m.



Figur 31
Eksempel på klamring hjørne

6.3 Verktøy

For montering av rør-i-rør-system ble det brukt verktøy tilhørende hver av systemene. Gjengestang og leddet uttrekksverktøy vist på Figur 32 ble brukt til uttrekk av PEX-rør.



Figur 32
Verktøy for montering og testing; gjengestang, leddet uttrekksverktøy og rørkutter

7. Resultater

Sammenstilling av resultater for respektive leverandør iht. Tabell 4, Tabell 5 og Tabell 6. Alle tester er utført med trekking for hånd uten bruk av glidemiddel eller oppvarming av PEX-rør. I kolonne lengst til høyere står det kommentert hvis en person alene klarer å trekke ut innerrøret, eller dersom en person som skyver i motsatt ende også er nødvendig.

Tabell 4: Resultater leverandør A

Måling nr. (oppsett)	Diameter PEX-rør [mm]	Diameter varerør [mm]	Rørlengde [m]	Antall bend (i tillegg til veggboкс)	Maks kraft [N]	Utskiftbart [Ja/ Nei] og ev. kommentar
1 (A)	12 x 2,0	25	18	2	264	Ja (med 1 person)
2 (B)	12 x 2,0	25	18	3	375	Ja (med 1 person)
3 (A)	15 x 2,5	25	18	2	456	Ja (med 1 person)
4 (B)	15 x 2,5	25	18	3	762	Ja, men tungt (med 1 person)
5 (A)	18 x 2,5	28	18	2	- ¹⁾	Ja (med 1 person)
6 (B)	18 x 2,5	28	18	3	- ¹⁾	Ja, men tungt (med 1 person)

¹⁾ Måledata mangler

Generell kommentar: Utforming av veggboксen, myke rør og dimensjonsforhold mellom varerør-PEX-rør gjorde det mulig å trekke ut PEX-rør for alle testoppsett.

Tabell 5: Resultater leverandør B

Måling nr. (oppsett)	Diameter PEX-rør [mm]	Diameter varerør [mm]	Rørlengde [m]	Antall bend (i tillegg til veggboкс)	Maks kraft [N]	Utskiftbart [Ja/ Nei] og ev. kommentar
1 (A)	12 x 2,0	20	18	2	341	Ja (med 1 person)
2 (B)	12 x 2,0	20	18	3	616	Ja, men tungt gjennom veggboкс (med 1 person)
3 (A)	18 x 2,5	28	18	2	-	Nei (med 1 person)
4 (A)	18 x 2,5	28	18	2	-	Nei (med 2 personer)
5 (C)	18 x 2,5	28	10	2	-	Nei (med 1 person)
6 (C)	18 x 2,5	28	10	2	-	Nei (med 2 personer)
7 (E)	18 x 2,5	28	6	2	-	Nei (med 1 person)
8 (E)	18 x 2,5	28	6	2	-	Nei (med 2 personer)

Generell kommentar: Glatt overflate på PEX-rørene, men dimensjonsforhold mellom varerør-PEX-rør og innvendig geometri i veggboксen gjorde det vanskelig å trekke ut innerrøret ved prøving av store dimensjoner.

Tabell 6: Resultater leverandør C

Måling nr. (oppsett)	Diameter PEX-rør [mm]	Diameter varerør [mm]	Rørlengde [m]	Antall bend (i tillegg til veggboкс)	Maks kraft [N]	Utskiftbart [Ja/ Nei] og ev. kommentar
1 (A)	12 x 1,7	18	18	2	-	Nei (med 1 person)
2 (A)	12 x 1,7	18	18	2	-	Nei (med 2 personer)
3 (C)	12 x 1,7	18	10	2	-	Nei (med 1 person)
4 (C)	12 x 1,7	18	10	2	-	Nei (med 2 personer)
5 (E)	12 x 1,7	18	6	2	-	Nei (med 1 person)
6 (E)	12 x 1,7	18	6	2	719	Ja (med 2 personer), men tungt gjennom veggboкс
7 (A)	16 x 2,2	25	18	2	-	Nei (med 1 person)
8 (A)	16 x 2,2	25	18	2	-	Nei (med 2 personer)
9 (C)	16 x 2,2	25	10	2	-	Nei (med 1 person)
10 (C)	16 x 2,2	25	10	2	-	Nei (med 2 personer)
11 (E)	16 x 2,2	25	6	2	-	Nei (med 1 person)
12 (E)	16 x 2,2	25	6	2	-	Nei (med 2 personer)
13 (E)	16 x 2,2	25	6	2	489	Ja, uten veggboкс (med 1 person)

Generell kommentar: Stive rør og en veggboкс der PEX-røret kilte seg fast. Dette gjorde det vanskelig å trekke ut innerrøret.

8. Diskusjon

8.1 Generelt

Resultater fra prøvingen er basert på målte verdier fra lastcelle kombinert med inntrykk og observasjoner fra de personene som gjennomførte testene. Intensjonen med kraftmålinger var å tallfeste og differensiere ulike oppsett, dimensjoner og leverandører. Det er flere faktorer som påvirker utskiftbarheten. En samlet vurdering er nødvendig i hvert enkelt tilfelle. Tallverdier (kraft) fra testene bør derfor ikke sammenlignes direkte, men snarere brukes som en pekepinn sammen med kommentar fra testoperatør.

8.2 Veggboks

Alle tester ble gjennomført uten modifisering/tilpasning av veggboks, det vil si veggboksforlenger ble ikke kuttet. Uansett leverandør og dimensjoner var det ikke noe problem å trekke ut albuen fra sin utgangsposisjon i veggboksen ved hjelp av en gjengestang, se Figur 15. En veggboks med rund og slak bue i innerste hjørne gjør denne prosessen enklere, se Figur 32 og Figur 33.

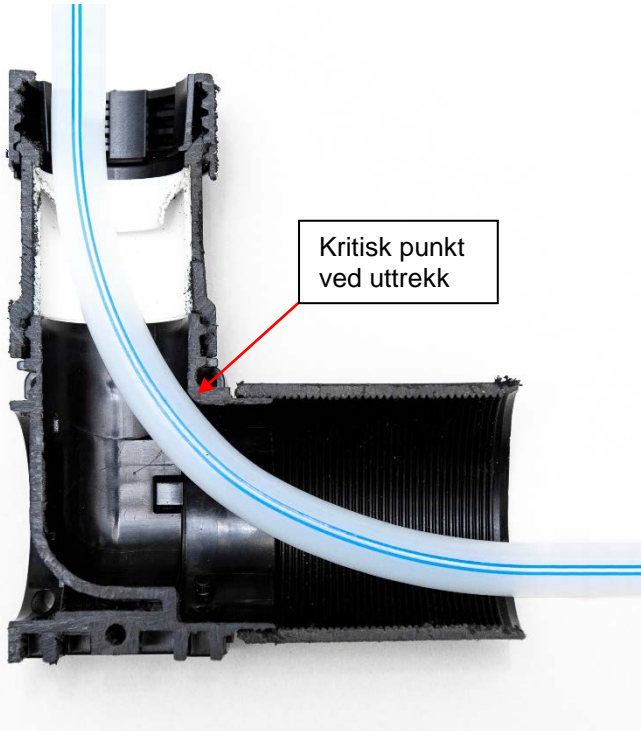


Figur 33
Snitt veggboks (utgangsposisjon albue)

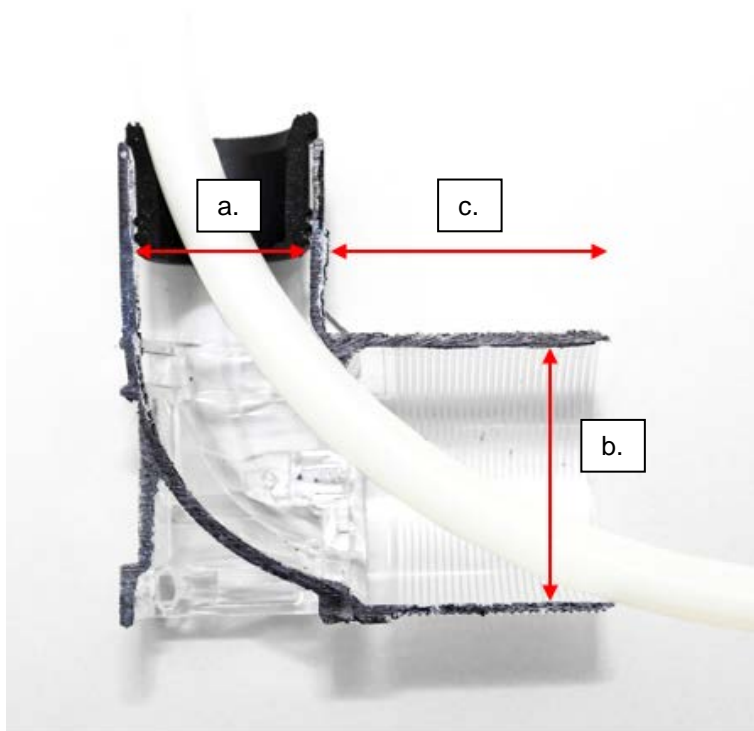


Figur 34
Snitt veggboks (albue trukket ut med gjengestang)

Utformingen av veggboksen har stor betydning for utskiftbarheten til rør-i-rør-systemet. Skarpe kanter innvendig og kraft bue (liten bøyeradius) gjorde at innerrøret hadde en tendens å kile seg fast i veggboksen, se markert punkt i Figur 35. Dersom man tok vekk veggboksen eller veggboksforlenger og utførte prøving i henhold til samme oppsett på nytt, var det som regel mulig å trekke ut innerrøret.



Figur 35
Snitt av veggboкс og kritisk punkt med hensyn til utskiftbarhet



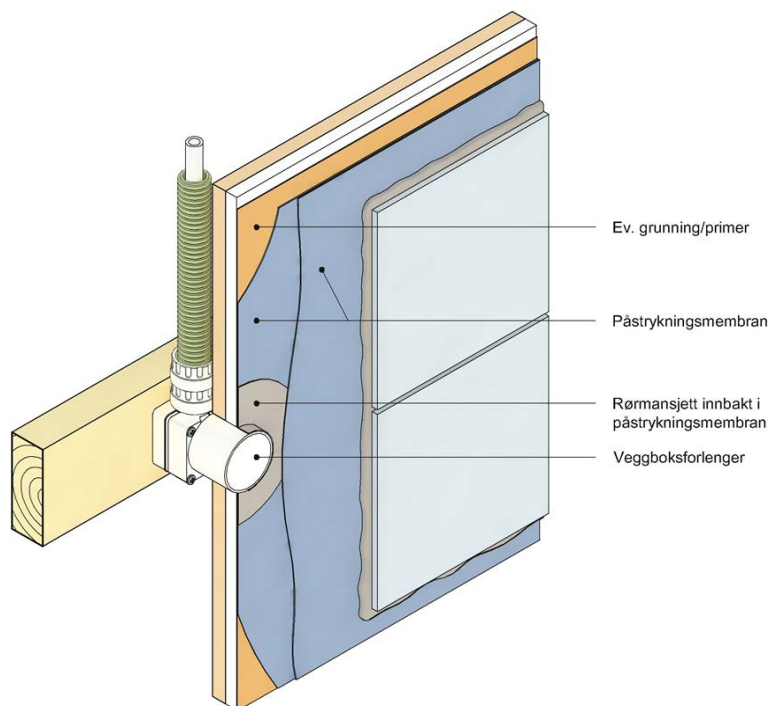
Figur 36

Mål på veggboks med betydning for utskiftbarheten

a. Diameter, hals mot innfesting varerør, b. Diameter, veggboksforlenger, c. Lengde, veggboksforlenger

Uttrekk bør gjøres fra veggboksen, det vil si i vannets strømningsretning. Dersom man trekker fra fordelersiden, og skyver innerrøret inn i veggboksen, er det mindre risiko for at røret kiler seg fast. SINTEF Byggforsk har derimot erfaring fra tidligere testing av utskiftbarhet at bajonettkobling til innfesting mellom varerør og veggboks kan løsne dersom man skyver røret inn i veggboksen, i stedet for å trekke ut. Som et resultat av dette ble det en kveil av det nye innerrøret på innsiden av veggen. God klamring av varerøret er også viktig dersom man skal skyve røret.

En veggboks skal ivareta mange forskjellige funksjonskrav i henhold til Byggteknisk forskrift (TEK17). I tillegg til å sikre at en skjult vanninstallasjon er lett utskiftbar, er veggbokser utformet slik at eventuelt lekkasjevann ledes tilbake til fordelerskap via varerøret. Veggboksen er også viktig for å oppnå en vanntett gjennomføring i våtsoner, og derigjennom utgjøre en del av et fungerende tettesjikt i våtrommet. Figur 37 illustrerer gjennomføring i våtsoner.



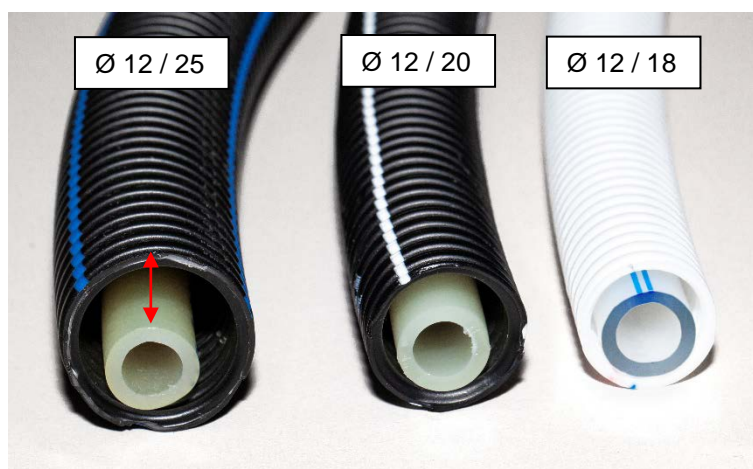
Figur 37

Vegggjennomføring i våtsoner. Eksempel på tettesystem mellom veggboks og membran
(Kilde: BVN 41.210)

Alle funksjonskrav i henhold til TEK17 § 15-5 skal oppfylles med en utforming som får plass i byggets stenderverk. Når man ser på utforming av veggboksen med tanke på utskiftbarhet, er det derfor viktig å vite hvordan den påvirker for eksempel vannskadesikkerheten og overgangen mot våtrommets tettesjikt. I den anledninger er det også interessant å diskutere hvordan forskriftens krav vektet mot hverandre og hva som er tilstrekkelig for å oppfylle dem.

8.3 Dimensjonsforhold mellom PEX-rør og varerør

Forskjellige leverandører leverer ulike kombinasjoner av dimensjonsforhold mellom PEX-rør og varerør. Testresultater viser at det er vanskeligere å trekke ut innerrøret med mindre varerør.



Figur 38

Tall i tekstboks er: ytre diameter PEX-rør i mm / diameter varerør i mm.
Fra venstre leverandør A, B og C (malt i sort for foto)

8.4 Egenskaper for PEX-rør

Under montering av de forskjellige rør-i-rør-systemene ble det observert at rørene hadde forskjellige stivhet, selv med samme rørdimensjon og veggtykkelse. Mykere rør opplevdes enklere å håndtere/montere samtidig som de var lettere å dra ut. Stive rør beholdt også sin form lenger, hvilket kan gjøre det vanskeligere å trekke ut innerrøret da det "husker" sin tidligere posisjon og kiler seg fast mot varerøret.

En av leverandørene hadde rør med en glattere overflate en de to andre som ble testet. Etter opplysninger fra den aktuelle leverandøren har produksjonsmetoden noe å si for overflaten på PEX-røret. Dersom PEX-rør og varerør produseres hver for seg og PEX-rør blir trukket inn i varerøret etterpå, legges et friksjonsminskende lag på PEX-røret for å gjøre denne prosessen enklere. Røret blir med andre ord glattere. Dersom PEX-rør og varerør produseres sammen, vil ikke PEX-røret få ekstra behandling etterpå for å minske friksjonen. Produksjonsmetoden kan dermed ha betydning for glattheten på overflaten av PEX-røret, hvilket i sin tur kan påvirke utskiftbarheten.

8.5 Klamring

For å teste under forhold som er mer lik montering ute på byggeplass, ble systemene klamret med betydelig mindre antall klammer enn anbefalinger i "*Rør-i-rør-systemer for vannforsyning i boliger – Lommehåndbok 3. utgave*". Dårlig klamring gjorde det vanskeligere å trekke ut innerrøret (spesielt dersom en person alene ikke klarte det og måtte ha hjelp av en som skjøv i motsatt ende). Innerrøret fikk da varerøret til å bevege seg mellom hver klammer og lage buer i rørsløyfa, noe som gjorde utskiftingen vanskeligere.

8.6 Friksjon (glidemiddel, oppvarming av PEX-rør)

Dersom uttrekking av PEX-rør går tregt, anbefaler de fleste leverandører å enten varme opp rørene med varmt vann eller luft, alternativt å bruke glidemiddel som silikonspray eller en blanding av vann og grønnsåpe.

Under testing er rørene ikke varmet opp. Det er heller ikke tilsatt glidemiddel.

8.7 Systemutforming

I tillegg til produktegenskapene til selve rør-i-rør-systemet har også systemutforming betydning for utskiftbarheten, vannskadesikkerheten, bakterievekst og energibruk. Føringsveier for distribusjonsledninger, inkludert bruk av sjakter og plassering av fordelerskap i forhold til tappepunkter, er eksempler på systemutforming.

Planlegging av vanninstallasjoner bør komme tidlig i prosjekteringsfasen. Det er viktig å tilrettelegge for montering på byggeplass og utskiftbarhet, både fra et teknisk og økonomisk perspektiv. Enklere grensesnitt og færre antall utfordringer som må løses på plass, resulterer i raskere montering og sannsynligvis lavere risiko for feil. Gjennom å for eksempel plassere gjennomgående sjakter til våtrom (plassbygd eller prefabrikkert modul) mot bod eller gang, sørger man for god tilkomst både ved oppføring av bygget og ved vedlikehold i etterkant. TEK17 § 13-6 stiller krav til tilfredsstillende lydforhold. Det omfatter også støy fra tekniske installasjoner. Man bør derfor unngå å plassere sjakt mot for eksempel soverom eller stue.

9. Konklusjon

Graden av utskiftbarhet til et rør-i-rør-system varierer mellom forskjellige leverandører og dimensjoner. Det er flere faktorer som påvirker utskiftbarheten. En samlet vurdering er derfor nødvendig i hvert enkelt tilfelle. Generelt vil følgende forhold gjøre det enklere å skifte ut innerrøret:

- Innvendig utforming av veggboks som er uten skarpe kanter eller krappe bend
- Små rørdimensjoner – jo mindre dimensjon, desto enklere er det å skifte ut røret
- Stort dimensjonsforhold mellom PEX-rør og varerør – jo større forskjell i rørdiameter, desto enklere er røret å skifte ut
- Stivheten på PEX-røret – mykere rør er enklere å skifte ut
- Klamring – god klamring gjør utskiftningen enklere

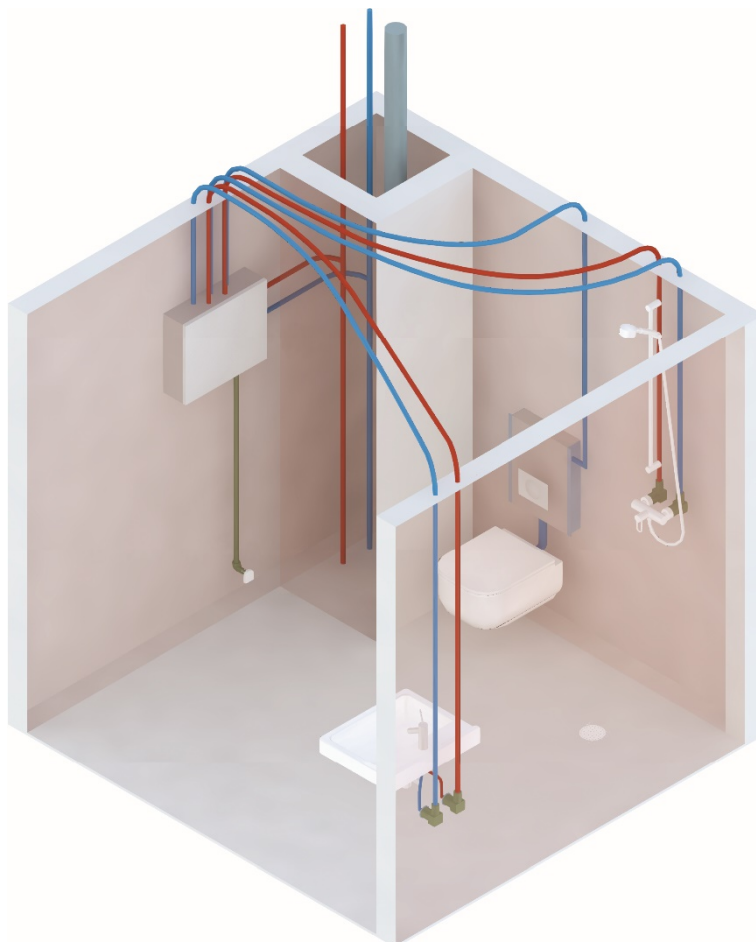
Utover egenskapene til selve rør-i-rør-systemet påvirkes også utskiftbarheten av hvor respektive rom med vanninstallasjoner er plassert og mulige føringsveier til disse. Utskiftbarhet er derfor like mye et spørsmål om prosjektering som montering.

10. Anbefalinger

På bakgrunn av utført testing og tidligere erfaring fins det potensial for å forbedre dagens rør-i-rør-systemer. Veggboxen er det mest kritiske punktet for utskriftbarheten. For å gjøre det enklere å trekke ut innerrøret bør man se mer på utformingen av veggboxen. Det anbefales også at forskjellen i dimensjon mellom PEX-rør og varerør økes for enkelte leverandører.

Plassering av rom med vanninstallasjoner i et bygg setter rammene for mulige føringsveier. Selv om sjakt for tekniske installasjoner begrenser muligheten til å utnytte bygningsarealet, er sjakt gunstig med hensyn på installasjon, drift og vedlikehold. Det anbefales at bygningens sjaktbehov og føringsveier planlegges allerede i programmeringsfasen. Gjennom å for eksempel plassere gjennomgående sjakter til våtrom (plassbygd eller prefabrikkert modul) mot bod eller gang, sørger man for god tilkomst både ved oppføring av bygget og ved vedlikehold i etterkant.

I våtrom vil det være en fordel å føre rørene fra fordelerskap over himling og deretter ned til tilkoblingspunktene (veggboks) for sanitærutstyr. Slik oppnår man korte rørstrekk og få rørbøyer/bend, og ivaretar utskiftbarheten til innerrøret. Se Figur 39 for illustrasjon.



Figur 39

Rør-i-rør-system – rørføring fra fordelerskap til tappepunkt (Kilde: BVN 41.310)

Referanser

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK). Byggteknisk forskrift (TEK17)

<<https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>>

Holthe, Kristin, Gjertsen, Tom, Fiskum, Lars-Erik og Hellstrand, Vidar. *Sanitæranlegg og vannskadesikkerhet – Fokus på tilsyn, kontrollarbeid og kompetanse*. Prosjektrapport 15. Oslo: SINTEF Byggforsk, 2008.

Nordic Council of Ministers. *Nordtest Method Pipe in tube systems* (NT VVS 129). 2002

<http://www.nordtest.info/index.php/methods/item/pipe-in-tube-systems-nt-vvs-129.html>

Scmidt, Jane Haislund Jensen, Lundene, Magnus, Wisgård, Silje og Hauger, Ine. *Kvalitet på rør-i-rør-installasjoner i nye bygg*. Bacheloroppgave. Oslo: Høyskolen i Oslo og Akershus (HiOA / OsloMET), 2017

SINTEF Byggforsk. Byggbransjens våtromsnorm BVN 41.210 Rør-i-rør-systemer. Oslo: 2018

SINTEF Byggforsk. Byggbransjens våtromsnorm BVN 41.310 Føringsveier for tappevann. Oslo: Under utgivelse 2019

SINTEF Byggforsk. Byggforskserien 553.117 Rør-i-rør-systemer for vannforsyning. Oslo: 2015.

SINTEF Byggforsk. Pipe in tube systems. Test method no. 02 –2015. 1st edition. Oslo: 2015.

SINTEF Certification. Retningslinjer for SINTEF Teknisk Godkjenning av prefabrikkerte baderomsmoduler. Versjon 6.2. 2017

SINTEF Certification. Retningslinjer for SINTEF Teknisk Godkjenning av rør-i-rør systemer for vannforsyning. 2017 < <https://www.sintefcertification.no/file/index/4258>>

Utskifting av rør i rør systemer. Intern Arbeidsrapport 469 FRI Prosjektet. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt, 1998

Vannskadekontoret. *Rør-i-rør-systemer for vannforsyning i boliger*. Lommehåndbok 3. utgave. Oslo: SINTEF Byggforsk, 2013.

Vedlegg

Vedlegg A – Testutstyr

		<i>Utstyrsnr.</i>	<i>Type</i>
Temperatur	Vaisala HMT 333	M5869	Temperatur- og fukttransmitter

Målinger	HBM U2A LKN	M5326	Kraftmåler
	HBM MGC Plus	M5529	Logger og forsterker
	catmanEasy		Måleprogram

UTSKIFTBARHET AV RØR-I-RØR-SYSTEMER

RESULTATER OG RÅD BASERT PÅ LABORATORIEPRØVING

Hvordan bør et rør-i-rør-system være utformet for at det enkelt kan skiftes ut, slik TEK17 krever? Denne rapporten sammenfatter resultatene fra laboratorietesting av utskiftbarhet for rør-i-rør-systemer. Noen momenter er:

- Utskiftbarhet er like mye resultat av prosjektering som av montering.
- Blant komponentene er veggboxen det mest kritiske punktet. Boksen må ha en utforming som sikrer at innerrøret kan trekkes ut.
- Bedre klaring mellom varerør og innerrør anbefales for enkelte leverandører.
- Dimensjonsforhold mellom innerrør og varerør har betydning for utskiftbarheten.