

Vannskadesikker montering av vannrør i næringsbygninger



SINTEF Fag

Bjørn-Roar Krog og Lars-Erik Fiskum

Vannskadesikker montering av vannrør i næringsbygninger

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Fag 30

Bjørn-Roar Krog og Lars-Erik Fiskum

Vannskadesikker montering av vannrør i næringsbygninger

Emneord: vannrør, føringsveier, vannskade

Prosjektnummer: 102006691

ISSN 1894-1583

ISBN 978-82-536-1443-4 (pdf)

ISBN 978-82-536-1444-1 (trykk)

Foto, omslag: SINTEF Byggforsk

40 eks. trykt av AIT AS e-dit

Innmåt: 100 g munken polær

Omslag: 240 g trucard

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2015

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare 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.: 73 59 30 00

www.sintef.no/byggforsk

www.sintefbok.no

Forord

For å oppfylle funksjonskravet til lekkasjesikkerhet i næringsbygninger som angitt i forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10), § 15-6 (2b), er det behov for prosjekteringskompetanse, riktig materialvalg og gode monteringsmetoder.

Denne rapporten omhandler hvordan vi kan redusere lekkasjerisikoen for vannskader i næringsbygninger.

En spesiell takk til Finans Norge, FNO, som har bidratt med finansiering av rapporten.

Arbeidet i denne prosjektrapporten er utført innenfor avdeling Bygninger og installasjoner, faggruppe Sanitær og våtrom, Oslo.

Oslo, 19. juni 2015

Lars-Erik Fiskum
Forskningsleder
SINTEF Byggforsk

Bjørn-Roar Krog
Seniorrådgiver
SINTEF Byggforsk

Innhold

Sammendrag	5
1 Innledning	6
1.1 Formål og omfang	6
1.2 Bakgrunn	6
1.3 utfordringer.....	6
1.4 Vannskadestatistikk.....	6
1.5 Lekkasje fra vannrør i markedene privat og næring.....	7
1.6 Næringsbygninger	7
2 Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10)	9
2.1 Utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet	9
2.2 Definisjon av lett utskiftbart.....	9
3 Vurdering	10
3.1 Hva påvirker utskiftbarheten?	10
3.2 Tilgang til vannrør over himling.....	11
3.3 Hva påvirker lekkasjesikkerheten?.....	11
3.4 Lekkasjepunkter og lekkasjerisiko	12
Skjøtesystemer.....	12
Rørtyper.....	14
Plassering av rør med koblinger	16
3.5 Rør-i-rør-systemer	16
Generelt	16
Utskiftbarhet.....	16
Lekkasjesikkerhet.....	17
3.6 Lekkasjestoppere	17
4 Eksempler fra eksisterende næringsbygg	18
4.1 Dagens praksis.....	18
5 Forslag til løsninger	19
5.1 Justering av funksjonskrav i TEK10 med hensyn til lekkasjesikkerhet.....	19
5.2 Generelle råd for å redusere vannskaderisikoen	19
Systemhimling	19
Antall rørkoblinger	19
Kobberrør med gjenge- eller loddeskjøt.....	19
Plassering av tappested i forhold til sjakt	19
Våtrom.....	19
Fordelerskap for rør i rør	20
Fordelerskap med lekkasjestopper beregnet for rørskjøter og avgreninger.....	20
5.3 Forutsetninger.....	21
5.4 Rør-i-rør-system i næringsbygg.....	22
5.5 Flerlagsrør og PE-rør – heltrukne rør	23
5.6 Kobberrør med gjenge- eller loddeskjøt.....	25
5.7 Rør med utblokkning, press-, klemrings- eller innstikkskoblinger.....	26
6 Konklusjon	28
7 Litteratur	29

Sammendrag

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) stiller krav til utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet for ferdig monterte vanninstallasjoner i alle typer bygninger. Forskriften skiller ikke mellom bolig og næringsbygning.

I praksis har det vist seg vanskelig å montere horisontale vannrør i næringsbygninger slik at de både ivaretar funksjonskravene til utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet. Årsakene kan være manglede prosjektering, uegnede rørsystemer og manglende kunnskaper og holdninger hos utførende. For vannrør i boliger er funksjonskravene ivaretatt med å bruke rør-i-rør-system. For næringsbygninger fins det ikke rør-i-rør-systemer med store nok rørdimensjoner.

Skadestatistikken viser at kostnadene for lekkasjer fra vannrør i næringsbygninger er i underkant av 600 millioner kroner per år. Tilsvarende tall for lekkasjer fra vannrør i private hjem er ca. 700 millioner kroner per år. For private er trenden minkende, mens den for næring er økende.

De aller fleste lekkasjer fra rørføring i næringsbygninger oppstår mellom vannrør og rørkoblinger. Årsaken er vanligvis monteringsfeil, og i noen få tilfeller produktfeil.

For å unngå lekkasjer mener SINTEF Byggforsk at det er viktig å fokusere på sammenføyningen mellom koblinger og rør. Sannsynligheten for at det oppstår en vannlekkasje i forbindelse med koblingen er vesentlig større enn at det oppstår en lekkasje på selve røret.

Det er mange forskjellige koblingssystemer på markedet. SINTEF Byggforsk anser noen av systemene som sikre og robuste, mens andre systemer krever større grad av korrekt montering for å være like sikre.

Vi har vist eksempler på hvordan kravene til lekkasjesikkerhet og utskifting kan ivaretas ved å bruke eksisterende rørmaterialer og koblingsløsninger. Forslagene ivaretar kravet til utskiftbarhet, men ivaretar ikke fullt ut kravene i TEK10 med hensyn til lekkasjesikkerhet.

1 Innledning

1.1 Formål og omfang

Formålet med denne rapporten er å foreslå løsninger for montering av vannrør i næringsbygninger slik at rørene er både utskiftbare og lekkasjesikre. Med vannrør menes i denne sammenheng rør inkludert rørboblinger til tappevannsforsyning. Rapporten tar kun for seg horisontale rørføringer. Utskiftbare og lekkasjesikre rørføringer i sjakter er ikke omtalt.

1.2 Bakgrunn

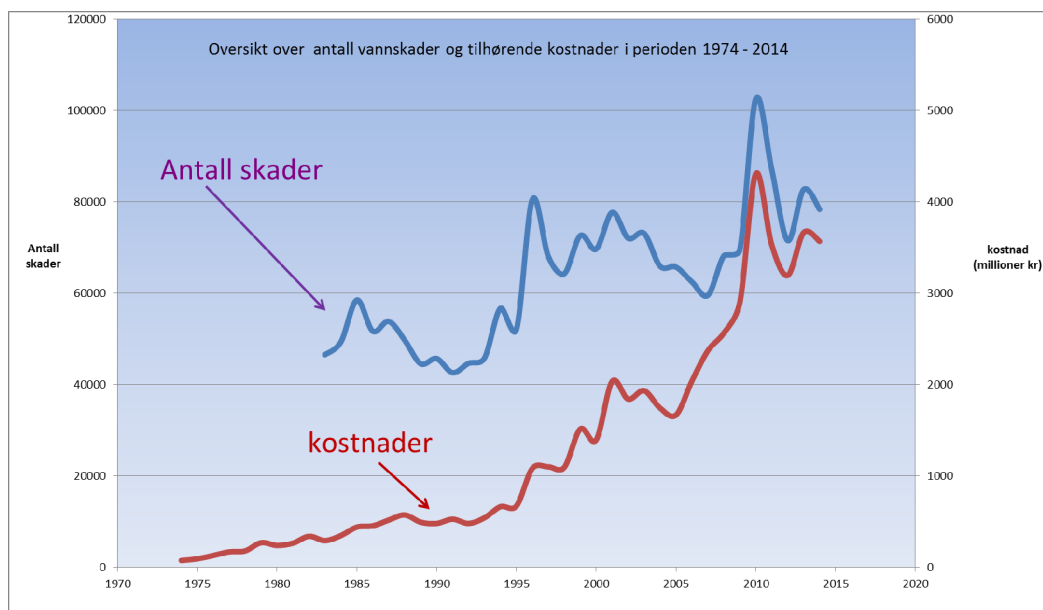
SINTEF Byggforsk har observert manglende oppfølging av funksjonskrav i TEK10 når det gjelder utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet for rørføringer i næringsbygninger. Rørbransjen har selv ytret ønske om at det utarbeides retningslinjer for dette. Hovedutfordringen er å lekkasjesikre horisontale rørføringer med mange rørboblinger. De horisontale rørføringene er ofte ført over nedføret himling i korridorer eller andre åpne fellesarealer. Utskiftbarheten til rørene er vanligvis ivaretatt fordi rørene ligger over en systemhimling som er demonterbar.

1.3 Utfordringer

Horisontale rørføringer i næringsbygninger som både ivaretar utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet, har vist seg vanskelig å få til i praksis. Det kan skyldes at hverken arkitekt eller prosjekterende har hatt fokus på dette under prosjektering. Videre kan det tyde på manglende kunnskaper eller holdninger om emnet. Andre utfordringer kan være manglende eller uegnede produkter tilgjengelig på markedet. I noen tilfeller kan utfordringen være at arkitekter setter av for liten plass til sjakter og tekniske installasjoner, deriblant til tappevannsforsyning. Liten plass til vannførende installasjoner kan gjøre det vanskelig for prosjekterende og utførende å finne gode tekniske løsninger.

1.4 Vannskadestatistikk

De siste årene har det i gjennomsnitt blitt registrert 70 000–80 000 vannskader i Norge. I 2014 kostet disse vannskadene samfunnet nærmere fire milliarder kroner. Figur 1.4 viser totalt antall vannskader og kostnader fra 1974 til 2014 for alle markeder. Det høye antallet skader i 2010 skyldes hovedsakelig en kald vinter med mange frostsprengte vannrør.



Figur 1.4: Antall vannskader og tilhørende kostnader for perioden 1974–2014. Kilde: Finans Norge

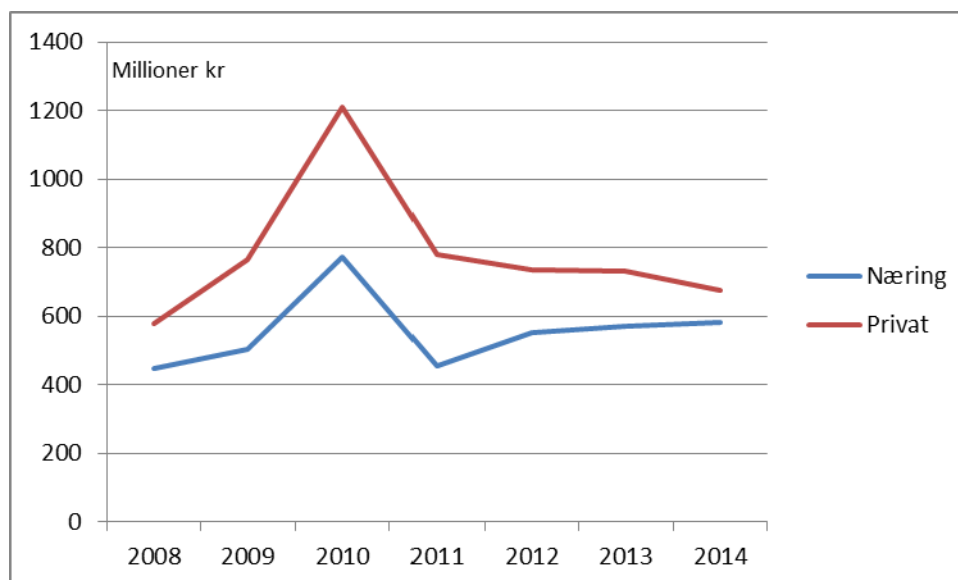
1.5 Lekkasjer fra vannrør i markedene privat og næring

Når det gjelder lekkasjer fra vannrør i næringsbygninger har vi ikke nøyaktig oversikt over antall skader og kostnader. Fra statistikkensidene til Finans Norge (FNO) er det mulig å skaffe seg oversikt over vannlekkasjer registrert i markedene privat og næring (www.fno.no/statistikk/skadeforsikring/vask/). Næring dekker skader i næringsbygninger, men kan også inneholde skader registrert i andre større bygninger. Privatmarkedet dekker vanligvis skader knyttet til boliger og leiligheter eid av privatpersoner. Figur 1.5 viser kun kostnader for lekkasjer fra vannrør i perioden 2008–2014 for områdene næring og privat. Høye tall i 2010 skyldes en kald vinter med mange frostskafer. I gjennomsnitt utgjør kostnadene for lekkasjer fra vannrør i næringsbygninger i underkant av 600 millioner kroner per år. Tilsvarende tall for lekkasjer i privat er ca. 700 millioner kroner per år. For privat er trenden mindre kostnader, mens den for næring er økende.

Denne rapporten handler om hvordan vi kan redusere lekkasjekostnadene fra vannrør i næringsbygninger med mer vannskadesikre monteringsmetoder.

For området privat har det siden *Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997* (TEK97) ble lansert vært vanlig å legge vannrør som rør-i-rør-system i stedet for å bruke kobberør. Utfordringen med å bruke skjulte kobberør har vært risikoen for korrosjon. Det bør derfor forventes færre vannskader i framtiden fordi rør-i-rør-systemene er vesentlig sikrere når det gjelder lekkasjerisiko.

For næringsbygninger har det til sammenlikning ikke vært tilgjengelig et rørsystem tilsvarende rør-i-rør som har ivarett vannskadesikkerheten. Derfor har vannrør i næringsbygninger til stor del blitt montert med de samme rørmaterialene og på samme måte som før innskjerpingen av funksjonskravene i TEK97.



Figur 1.5: Kostnader for vannskader fra vannrør i næring og privat i perioden 2008–2014
Kilde: Finans Norge

1.6 Næringsbygninger

Bygninger der det drives næringsvirksomhet, både offentlig og privat, defineres som næringsbygninger. For eksempel vil kontorlokaler, butikker, skoler, barnehager, sykehus og sykehjem omfattes av begrepet næringsbygg. Unntaket er private boliger. I bygninger der det

både er boliger og næringsvirksomhet, er det hovedaktiviteten som avgrenser om bygningen defineres som næringsbygg eller bolig. Dersom næringsvirksomheten tar opp over halvparten av arealet i en bygning, defineres bygningen som næringsbygning.

2 Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10)

2.1 Utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) stiller krav til utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet for ferdig monterte vanninstallasjoner i alle typer bygninger. Forskriften skiller ikke mellom bolig og næringsbygning.

Funksjonskrav til innvendige vanninstallasjoner er beskrevet i TEK10, § 15-6 (2b):

Det skal legges til rette for enkelt vedlikehold av vanninstallasjon.¹ Vanninstallasjonen skal være lett utskiftbar. Lekkasje skal kunne oppdages enkelt og ikke føre til skade på installasjon og bygningsdel. Det skal være tilfredsstillende avstengningsmulighet. Stoppekran skal være lett tilgjengelig og merket.

Det betyr:

- Vannrør skal kunne byttes uten at det er nødvendig med bygningstekniske inngrep. Et korrekt montert rør-i-rør-system tilfredsstiller dette funksjonskravet. Fram til TEK97 kom i 1997, var det tillatt å montere kobberør skjult i bygningskonstruksjonen. Rør er ikke utskiftbare dersom man må demontere eller rive og gjenoppbygge konstruksjonen de er lagt inne i. Se for øvrig kapittel 2.2.
- Eventuelle lekkasjer fra vannrør skal kunne oppdages enkelt og ikke føre til skade på installasjon og bygningsdel. Et korrekt montert rør-i-rør-system tilfredsstiller dette funksjonskravet. Varerørene samler opp eventuelt lekkasjevann og leder det videre til sluk i våtrom. Lekkasje fra et skjult kobberørssystem er vanligvis umulig å oppdage før det har oppstått en vannskade. Lekkasje fra rørene vil ikke bli synliggjort og er dermed i strid med funksjonskravet i TEK10. Også lekkasje fra et synlig rør er i strid med TEK10 såfremt golvkonstruksjonen ikke er konstruert for å ta imot lekkasjevann, se kapittel 3.3. Det overordnede kravet – uansett skjult eller synlig rørføring – er at lekkasjer ikke skal medføre skader.
- Alle funksjonskravene, det vil si at vanninstallasjonen skal være lett utskiftbar, lekkasje skal kunne oppdages enkelt og ikke føre til skade, skal oppfylles på samme tid.

2.2 Definisjon av lett utskiftbart

Eksempel på en lett utskiftbar vanninstallasjon er en synlig installasjon eller en installasjon plassert bak en hengslet/uttrekkbar/skrubar luke i en størrelse som muliggjør tilgang, reparasjon eller utskifting. Luka kan være festet på andre måter, men det skal ikke være behov for flere håndverkergrupper for å åpne og tilbake stille tilgangen til installasjonen.

¹ Vanninstallasjoner omfatter alle innvendige rørledninger for forbruksvann samt installasjoner og utstyr som er fast tilknyttet ledningsnettet og som inngår som en del av byggverkets drift, herunder utvendig tappesed.

3 Vurdering

3.1 Hva påvirker utskiftbarheten?

Det er tilgjengeligheten til vannrørene etter montering som avgjør utskiftbarheten. Vanligvis skilles det mellom:

- *Rør-i-rør-system.* Rørene legges skjult inne i bygningskonstruksjonen. Vannrørene (innerrør) føres inni varerør, noe som gjør det mulig å trekke ut og skifte vannrørene uten bygningstekniske inngrep. Et korrekt montert rør-i-rør-system tilfredsstiller funksjonskravet i TEK10 om at vanninstallasjonen skal være lett utskiftbar. Utdrøringene ved bruk av rør-i-rør-systemer i næringsbygninger er nærmere omtalt i kapittel 3.5. Et korrekt montert rør-i-rør-system tilfredsstiller også krav til lekkasjesikkerhet.
- *Synlig rørføring.* Vannrørene legges synlig og tilgjengelig, som oftest under tak eller etasjeskiller. Synlige rørføringer gir god tilgang til rørene for framtidig utskifting. Synlige rørføringer tilfredsstiller funksjonskravet i TEK10 om at vannrør skal være lett utskiftbare, men synlig rørføring tilfredsstiller ikke nødvendigvis krav til lekkasjesikkerhet. Lekkasjesikkerheten kommer blant annet an på hvor de synlige rørene er lagt og om golvarealet under rørene er konstruert med sluk for å ta imot lekkasjevann.
- *Tildekket, utskiftbar rørføring.* Rørene legges over bygningsdeler som lett kan demonteres, for eksempel nedføret himling (systemhimling). Tildekkede, utskiftbare rørføringer gir god tilgang til rørene for framtidig utskifting, og tilfredsstiller funksjonskravet i TEK10 om at vannrør skal være lett utskiftbare. Tildekket, utskiftbar rørføring tilfredsstiller ikke nødvendigvis krav til lekkasjesikkerhet. Lekkasjesikkerheten kommer blant annet an på hvor rørene er ført og om golvarealet under rørene er konstruert for å ta imot lekkasjevann.
- *Skjult rørføring.* Vannrørene legges skjult inne i bygningskonstruksjonen, for eksempel bak malte/flislagte gipsplater eller innstøpt i betongdekker. Skjulte rørføringer gir svært dårlig eller ingen tilgang til rørene uten å gjøre større bygningstekniske inngrep. Skjulte rørføringer tilfredsstiller ikke funksjonskravet i TEK10 om at vanninstallasjonen skal være lett utskiftbar. Skjult rørføring tilfredsstiller heller ikke krav til lekkasjesikkerhet.

3.2 Tilgang til vannrør over himling

Det vil alltid være behov for tilgang til vannrør over himling i næringsbygninger. Derfor er det viktig å installere en himling som lett kan demonteres.

Faste himlinger som gipsplater, Tak-Ess eller tregipsplater kan ikke demonteres uten bygningstekniske inngrep. Det vil si at vannrørene ikke vil være lett utskiftbare dersom de plasseres over faste himlinger.

Velger man derimot en systemhimling, vil det i etterkant være enkelt å komme til vannrørene ved behov, og lekkasjevann vil raskt bli synliggjort. Vannrør vil kunne være utskiftbare via en systemhimling, se figur 3.2. Et annet alternativ er en fast himling med tilstrekkelig antall inspeksjonsluker for enkel tilgang til inspeksjon og utskifting av rør.



Figur 3.2: Systemhimling i næringsbygning
Foto: SINTEF Byggforsk

3.3 Hva påvirker lekkasjesikkerheten?

Det er mange faktorer som påvirker lekkasjesikkerheten til vanninstallasjoner. De viktigste faktorene er:

- *Prosjektering.* Feil eller mangelfull prosjektering kan påvirke lekkasjesikkerheten. Dersom det ikke tas tilstrekkelig hensyn til sikring av vannrør og rørkoblinger i prosjekteringen, vil det kunne påvirke lekkasjesikkerheten til rørinstallasjonen.
- *Montering.* Feil utførelse, slurv og mangelfull kompetanse hos rørlegger vil kunne påvirke lekkasjesikkerheten til rørinstallasjonen. Klamring og oppheng av vannrør er viktig for at rørene og rørkoblingene skal kunne fungere og vare som forutsatt.
- *Produktkvalitet.* Kvaliteten på benyttede produkter vil kunne påvirke lekkasjesikkerheten. Det skal kun benyttes sertifiserte eller godkjente produkter der kvaliteten på både produkt og produksjon er vurdert som tilfredsstillende. Et produktsertifikat eller en teknisk godkjenning fra SINTEF Byggforsk er basert på en slik vurdering. Feilaktig sammenblanding av ulike rør og rørkoblinger fra forskjellige leverandører vil også ha betydning for lekkasjesikkerheten til rørinstallasjonen.

- *Tetthetskontroll.* Mangelfull tetthetskontroll av rørinstallasjonen, som kan avsløre eventuelle svakheter før den tas i bruk, vil påvirke sikkerheten mot framtidig lekkasje.
- *Drift og vedlikehold.* En sanitærinstallasjon som blir godt driftet og vedlikeholdt, vil ha redusert risiko for lekkasjer.
- *Levetid.* Alle vanninstallasjoner har begrenset levetid. Sanitærinstallasjonen er blant de delene i en bygning som har kortest levetid, er vanskeligst å vedlikeholde og forårsaker flest vann- og fuktskader. Dersom vanninstallasjonene ikke byttes i tide, vil det før eller siden lekke fordi produktet eller systemet er utslitt.

3.4 Lekkasjepunkter og lekkasjerisiko

De aller fleste lekkasjer på en rørføring i nye næringsbygninger oppstår mellom vannrør og rørkoblinger. Årsakene er vanligvis monteringsfeil, og i noen få tilfeller produktfeil.

For å unngå lekkasjer i næringsbygninger mener SINTEF Byggforsk at det er viktig å fokusere på sammenføyningen mellom koblinger og rør. Sannsynligheten for at det oppstår en vannlekkasje i forbindelse med koblingen er vesentlig større enn at det oppstår en lekkasje på selve røret.

Fokus på rørføring i næringsbygninger må derfor først og fremst rettes mot å velge robuste koblingsløsninger, alternativt sikre koblingspunktene med lekkasjestopper.

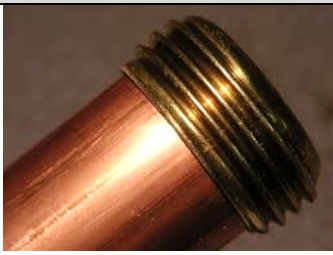


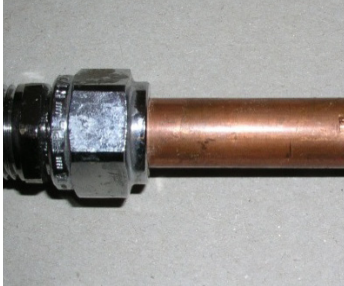

Skjøtesystemer


SINTEF Byggforsk anser rørføringer med gjengeskjøt eller loddeskjøt som relativt sikre og robuste skjøtesystemer. Trykktestede rørstrekk med slike skjøter kan i prinsippet sidestilles med heltrukne rør. En forutsetning er at rørføringer med gjengeskjøt eller loddeskjøt er korrekt montert.

De ulike skjøtesystemene har forskjellig grad av lekkasjerisiko. Mekaniske rørkoblinger som klemringskoblinger, presskoblinger, innstikkskoblinger og utblokking krever stor grad av nøyaktighet ved montering, og de er derfor mer skadeutsatt enn gjenge- eller loddeskjøt. Hvis en mekanisk kobling løsner fra røret, kan den forårsake full vannutstrømning, mens en lekkasje fra en gjenge- eller loddeskjøt vanligvis starter som en drypplekkasje.

Tabell 3.4.1 gir en oversikt over SINTEF Byggforsks vurdering av de ulike skjøtesystemene med hensyn til lekkasjesikkerhet. I tillegg gir tabellen informasjon om typiske årsaker til lekkasje fra de ulike systemene.

Tabell 3.4.1: Oversikt over vanlige skjøtesystemer, med SINTEF Byggforsks vurdering av lekkasjesikkerhet

Type skjøtesystem		Sikkerhet mot lekkasje	Eksempel på lekkasjeårsak
Gjengeskjøt, grovgjenger med hamp		Lekkasjesikkerheten er avhengig av utførelse. En korrekt utført gjengeskjøt har vanligvis god sikkerhet mot lekkasje. ^{*)} Gjengeskjøter er mest aktuelt for tykkveggede kobberør.	Feilmontering
Loddeskjøt	 Foto: SINTEF Byggforsk	Lekkasjesikkerheten er avhengig av utførelse. En korrekt utført loddeskjøt har vanligvis god sikkerhet mot lekkasje. ^{*)} Det er en forutsetning at det er brukt egnet loddeutstyr og ikke sveise flamme.	Feilmontering Trykkstøt
Presskobling	 Foto: SINTEF Byggforsk	Lekkasjesikkerheten er avhengig av utførelse og kvalitet på produktet. Denne typen kobling krever spesialverktøy og stiller store krav til nøyaktighet ved montering. Koblingen kan være et potensielt lekkasjepunkt i en rørinstallasjon. ^{**)}	Feilmontering Manglende innstikksdybde Feil pressverktøy Aldring av gummipakninger Trykkstøt
Klemringskobling	 Foto: SINTEF Byggforsk	Lekkasjesikkerheten er avhengig av utførelse og kvalitet på produktet. Denne typen kobling krever korrekt tiltrekkingmoment og stiller store krav til nøyaktighet ved montering. Koblingen kan være et potensielt lekkasjepunkt i en rørinstallasjon. ^{**)}	Feilmontering Feil tiltrekkingmoment Spenningskorrosjon Trykkstøt
Utblokkning	 Foto: Armaturjonsson	Lekkasjesikkerheten er avhengig av utførelse og kvalitet på produktet. Denne typen kobling stiller store krav til nøyaktighet ved montering. Koblingen kan være et potensielt lekkasjepunkt i en rørinstallasjon. ^{**)}	Feilmontering Aldring av gummipakninger

Type skjøtesystem	Sikkerhet mot lekkasje	Eksempel på lekkasjeårsak
Innstikkskobling  Foto: SINTEF Byggforsk	Lekkasjesikkerheten er avhengig av utførelse og kvalitet på produktet. Denne type kobling stiller store krav til nøyaktighet ved montering. Koblingen kan være et potensielt lekkasjepunkt i en rørinstallasjon.**)	Feilmontering Aldring av gummipakninger Manglende innstikksdybde

^{*)} Lekkasjeformen er vanligvis en drypplekkasje.

^{**)} Lekkasjeformen kan være alt fra drypplekkasje til fullt rørbrudd.

Rørtyper

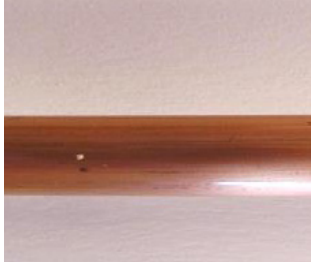




Rørføringer uten rørkoblinger har mindre risiko for lekkasjer enn rørføringer med rørkoblinger. I en næringsbygning er det optimalt å benytte heltrukne rør uten rørkoblinger i korridorer og andre åpne arealer hvor lekkasje kan medføre en vannskade. Rørkoblingene bør fortrinnsvis plasseres i sjakter eller fordelerskap med lekkasjestopper eller drenering til sluk.

Det fins mange ulike rørmaterialer som kan benyttes til tappevannsforsyning. De vanligste rørmaterialene er vist i tabell 3.4.2. Tabell 3.4.2 gir i tillegg en oversikt over rørlengder ved levering, egnede skjøtesystemer og typiske årsaker til lekkasje.

Det er en fordel om man kan benytte rør med tilstrekkelig lengde, de vil si at de er lange nok til å legges uten skjøter. I så måte er PEX-rør, flerlagsrør og PE-rør å foretrekke. Et annet alternativ er å benytte kobberrør med gjengeskjøt eller loddeskjøt.

SINTEF Byggforsk sidestiller rør med gjenge- og loddeskjøter med heltrukne rør uten skjøter når det gjelder lekkasjesikkerhet. Det forutsetter at man benytter rør med produkt-dokumentasjon, tilstrekkelig godstykkelse og korrekt monteringsutførelse og gjennomført tetthetskontroll.

Tabell 3.4.2: Oversikt over vanlige rørtyper, rørlengder og skjøtesystemer

Rørtype	Rørlengde [m]	Egnet skjøtesystem	Eksempel på lekkasjeårsak
Harde, halvharde og glødde kobberør  Foto: SINTEF Byggforsk	3–6 Kveil ca. 25 m	Gjengeskjøt, loddeskjøt Klemringskobling Presskobling Innstikkskobling	Monteringsfeil Korrosjon
Rustfritt stål  Foto: SINTEF Byggforsk	3–6	Presskobling	Monteringsfeil Korrosjon
PEX-rør  Foto: SINTEF Byggforsk	Kveil ca. 50 m	Klemringskobling Innstikkskobling Utblokking	Monteringsfeil
Flerlagsrør  Foto: SINTEF Byggforsk	3–5 m Kveil ca. 50 m	Klemringskobling Presskobling Utblokking Innstikkskobling	Monteringsfeil
PE-rør ^{*)}  Foto: SINTEF Byggforsk	Kveil ca. 50 m	Klemringskobling, Presskobling (sveising)	Monteringsfeil

^{*)} PE-rør kan kun benyttes til kaldt tappevann.

Plassering av rør med koblinger

I våtrom med sluk og vanntett membran på golv og vegg kan man montere rør og rørkoblinger synlig i rommet eller lett tilgjengelig over himling. En eventuell lekkasje vil ikke medføre vannskade fordi vannet dreneres til sluk.

I andre rom enn våtrom må koblingene monteres i fordelerskap med drenering til sluk, alternativt til fordelerskap med lekkasjestopper. Se for øvrig kapittel 3.5 og 3.6.

3.5 Rør-i-rør-systemer

Generelt

Et prosjektert og korrekt montert rør-i-rør-system tilfredsstiller krav til både utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet i henhold til TEK10. Se figur 3.5. Rør-i-rør-system er i dag det dominerende vannforsyningsystemet i boliger og leiligheter. I næringsbygninger vil rørdimensjonene på rør-i-rør-system vanligvis være for små.

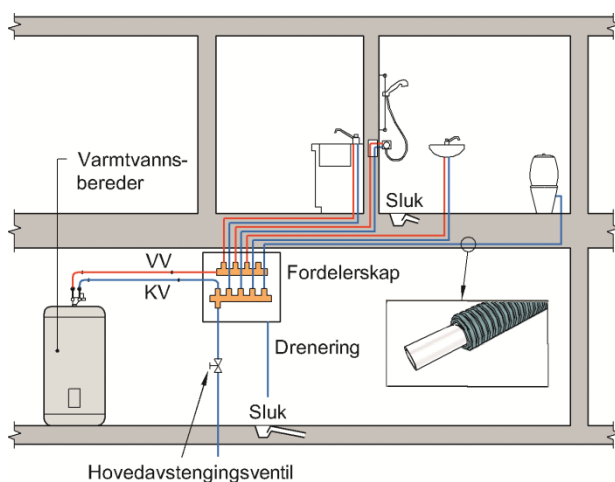


Fig. 3.5: Prinsippkisse av et rør-i-rør-system
Kilde: Byggforskserien 553.117

Utskiftbarhet

Utskiftbarheten til et rør i rør er bestemt av faktorene rørlengde, rørdimensjon, antall rørbøyer og rørklamring.

Det kan være vanskelig å skifte ut vannrørene når bøyeradien er mindre enn fem ganger utvendig diameter på varerøret. Anbefalt maksimal rørlengde er 10 m, og det bør ikke være flere enn tre rørbøyer pluss veggboкс. Vannrør med utvendig diameter på 18 mm eller mer er vanskelig å skifte ut dersom de har mer enn to bøyer. Det setter begrensninger for bruk av rør i rør i næringsbygninger. Næringsbygninger har ofte behov for rørstrekk over 10 m og vannrør med utvendig diameter større enn 18 mm.

I teorien er det ingen umulighet å skifte rør med både lang lengde og stor dimensjon (rør > 18 mm utvendig diameter), såfremt rørstrekket klamres godt og ikke har mange og krappe rørbøyer. Før konstruksjonen lukkes, anbefales det i slike tilfeller å kontrollere utskiftbarheten av rørstrekket på byggeplass.

Hvis man legger rør i rør synlig eller for eksempel over en systemhimling, kan både varerør og innerrør (vannrør) skiftes samtidig. I slike tilfeller er funksjonskravet om utskiftbarhet ivaretatt.

Lekkasjesikkerhet

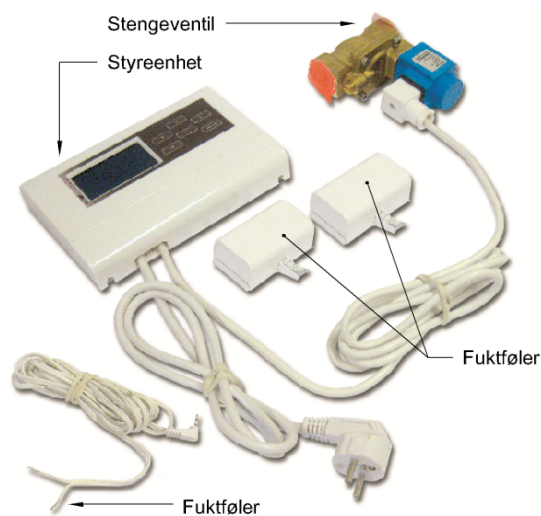
Lekkasjevann fra et rør-i-rør-system må dreneres til rom med vanntett golv og sluk. For å synliggjøre og kunne oppdage eventuelle lekkasjer i systemet er det viktig å lede lekkasjevann til et synlig sted, ikke direkte til avløp.

Det er fornuftig å benytte fordelerskap i et rør-i-rør-system. Fordelerskap må plasseres slik at lekkasjevann dreneres til rom med vanntett golv og sluk, men i praksis er det ikke alltid mulig. Dersom fordelerskapet for eksempel må plasseres i kontorlokaler, toalettrom eller kjøkken uten dreneringsmulighet til sluk, må man utstyre fordelerskapet med lekkasjestopper. En lekkasjestopper stenger automatisk vannet ved lekkasje. Se kapittel 3.6 for nærmere beskrivelse av lekkasjestoppere.

Fordelerskap benyttes primært til bortledning av lekkasjevann og lekkasjesikring av rørkoblingene på fordelerstokkene. Slike skap kan også benyttes til å sikre rørkoblinger på et rørstrekk i næringsbygninger. Fordelerskapet må på samme måte som i et vanlig rør-i-rør-system drenere lekkasjevann til våtrom med sluk, eller skapet må utstyres med lekkasjestopper.

3.6 Lekkasjestoppere

Lekkasjestoppere registrerer lekkasje og stenger vanntilførselen til skadestedet, se figur 3.6. Lekkasjestoppere hindrer ikke lekkasjer i å oppstå, men de kan effektivt redusere vannutstrømningsmengden ved en lekkasje og dermed begrense følgeskadene. Lekkasjestoppere med fuktfølere gir meget god sikkerhet mot vannskader fra for eksempel rørkoblinger. Med riktig plassering av fuktfølere vil lekkasjestopperne reagere meget raskt, slik at lekkasjevannmengden blir liten.



Figur 3.6: Eksempel på lekkasjestopper med fuktføler som lekkasjedetektor
Kilde: Byggforskserien 553.135




Rørkoblinger som ligger over systemhimling i korridorer eller andre åpne fellesarealer, kan sikres ved å benytte fordelerskap med integrert fuktføler. Koblingen vil da bli liggende i et skap, og en eventuell lekkasje fra koblingen vil oppdages av lekkasjestopperen.

4 Eksempler fra eksisterende næringsbygninger

4.1 Dagens praksis

Vannforsyning i næringsbygninger krever ofte store rørdimensjoner. I praksis har det vist seg at rør-i-rør-systemer som tilfredsstillte TEK10 når de er korrekt montert, ikke kan benyttes i like stor grad i næringsbygninger som i boliger. Det kan være med på å forklare hvorfor prosjekterende og utførende kan ha oversett krav til utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet i både TEK97 og TEK10. Tabell 4.1 viser tre eksempler på typisk montering og prosjektering av rørføringer i næringsbygninger, og i hvilken grad de eventuelt tilfredsstillte dagens funksjonskrav.

Tabell 4.1: Eksempler på vanlige utførelser av rørføringer i næringsbygninger

Eksempel nr.	Beskrivelse av utførelse	Er krav til utskiftbarhet ivaretatt?	Er krav til lekkasjesikkerhet ivaretatt?
1	<p>Synlig rørføring i korridor</p>  <p>Foto: SINTEF Byggforsk</p>	Ja, vannrør og rørkoblinger er lett tilgjengelig for utskifting.	Nei, lekkasjevann fra vannrør og rørkoblinger er ikke sikret i korridor. Det er ingen lekkasjestopper under rørene eller sluk i golv.
2	<p>Tildekket, utskiftbar rørføring over systemhimling i korridor</p>  <p>Foto: SINTEF Byggforsk</p>	Ja, vannrør og rørkoblinger er lett tilgjengelig for utskifting fordi systemhimlingen enkelt kan demonteres.	Nei, lekkasjevann fra vannrør og rørkoblinger er ikke sikret. Det er ingen lekkasjestopper eller sluk i golv.
3	<p>Skjult rørføring over gipsplatehimling i toalettrom</p>  <p>Foto: SINTEF Byggforsk</p>	Nei, vannrør og rørkoblinger er ikke tilgjengelig for utskifting uten å rive himlingen.	Nei, lekkasjevann fra vannrør og rørkoblinger er ikke sikret. Det er ingen lekkasjestopper eller sluk i golv.

5 Forslag til løsninger

5.1 Justering av funksjonskrav i TEK10 med hensyn til lekkasjesikkerhet

Et rør-i-rør-system er velegnet for boliger, men ikke alltid like egnet for næringsbygninger. Rørføringer i næringsbygninger krever ofte lange rørstrekk og store dimensjoner som går utover utskiftbarheten til innerrøret.

I henhold til TEK10 skal hele rørsystemet sikres mot lekkasjer, det vil si både rør og rørkoblinger. Erfaringsmessig oppstår de fleste lekkasjer på nye vannrør i rørkoblingene. Dersom det ikke fins vannskadesikre rørsystemer for næringsbygninger, mener SINTEF Byggforsk at det er viktigere å sikre rørkoblingene enn selve vannrøret. Det å kun sikre koblingen er et avvik fra funksjonskravene i TEK10, men det vil uansett gi en bedre sikkerhet mot lekkasjer enn hva tilfellet er for næringsbygninger i dag.

Forslagene i denne rapporten til vannskadesikre rørføringer i næringsbygninger må på ingen måte overføres til boliger, hvor man kan benytte et tradisjonelt rør-i-rør-system.

5.2 Generelle råd for å redusere vannskaderisikoen

Systemhimling

For at vannrørene skal være lett utskiftbare, må de alltid legges synlig eller over en demonterbar systemhimling. Himlingen gjør det enkelt å komme til vannrørene ved behov. Ved eventuell lekkasje vil skadde plater enkelt kunne erstattes med nye.

Antall rørkoblinger

De fleste lekkasjer fra rørføringer oppstår i rørkoblingene. Antall rørkoblinger bør reduseres til et minimum.

Kobberrør med gjenge- eller loddeskjøt

Gjenge- og loddeskjøter anses som relativt lekkasjesikre sammenføyingsmetoder. Skjøtene kan sidestilles med heltrukne rør uten skjøter når de er utført av fagutdannede rørleggere. Likevel må det forutsettes at rørføringer med gjengeskjøt eller loddeskjøt er montert korrekt og har tilstrekkelig godstykkelse på rør og rørgjenger. Det er ikke sikkert at man oppdager et mekanisk brudd under en tetthetskontroll.

En korrekt utført gjenge- eller loddeskjøt har liten risiko for vannlekkasje, og eventuelle lekkasjer vil vanligvis kun resultere i små drypplekkasjer. Drypplekkasjer vil som regel forårsake en mindre vannskade enn en utglidning av en mekanisk rørkobling.

Plassering av tappsted i forhold til sjakt

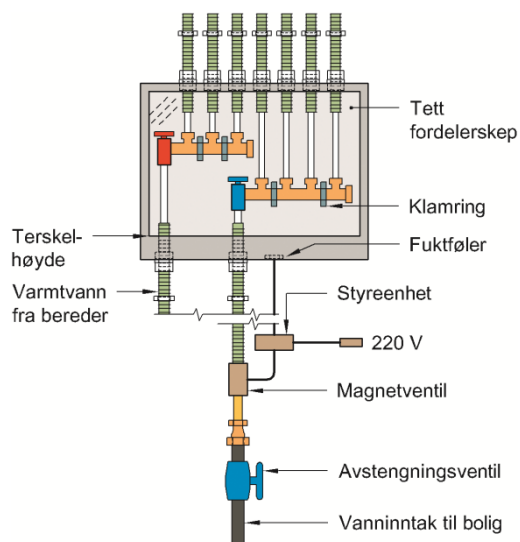
Store avstander mellom sjakt og våtrom, kjøkken og/eller toalettrom gir lange horisontale rørstrekk. Lange rørstrekk vil som oftest inneholde flere rørskjøter og avgreninger enn et kort rørstrek. Fordelerskap og tappesteder bør derfor plasseres så nærme sjakta som mulig.

Våtrom

Næringsbygninger har ofte få eller ingen våtrom. De få våtrommene som er tilgjengelig i bygningen, bør benyttes i langt større grad enn i dag til sikker bortledning av lekkasjevann fra rør og rørkoblinger.

Fordelerskap for rør i rør

En lekkasje fra en rørkobling kan i prinsippet sprute i en hvilken som helst retning. Dersom rørkoblinger monteres i et fordelerskap, vil lekkasjespruten ledes direkte til lekkasjestopperens fuktføler eller til sluk i våtrom. Figur 5.2 viser en prinsippskisse av fordelerskap uten drenering, men med lekkasjestopper som stenger vanntilførselen automatisk ved lekkasje.



Figur 5.2: Prinsippskisse av fordelerskap uten drenering, men med lekkasjestopper som stenger vanntilførselen automatisk ved lekkasje

Kilde: Byggforskserien 553.117

Fordelerskap med lekkasjestopper beregnet for rørskjøter og avgreninger

Rørskjøter og avgreninger med enten utblokking, press-, klemrings- eller innstikkskoblinger kan lekkasjesikres ved hjelp av små fordelerskap med lekkasjestopper. Dette er særlig aktuelt der koblingene er plassert på steder hvor en eventuell lekkasje vil medføre vannskade. En slik løsning er vist i figur 5.7 i kapittel 5.7.

5.3 Forutsetninger

Kapitlene 5.4–5.7 viser forslag til vannskadesikre føringsveier, og hvordan forskjellige rørmaterialer bør monteres.

Utførelse av sjakter er ikke omtalt i de praktiske løsningene som vises i kapitlene 5.4–5.7. Det forutsettes at rør og rørkoblinger i sjakt er sikret mot lekkasjer og at de er tilgjengelig for utskifting.

Klamring og oppheng av rørene er ikke vist i figurene i de praktiske løsningene. Det forutsettes at klamring og oppheng av røranlegget er håndverksmessig og korrekt utført i henhold til leverandørens monteringsanvisninger og Byggforskserien 550.401. Se figur 5.3. Alle løsningene forutsetter at rørene er lagt synlig eller over demonterbar systemhimling.



Figur 5.3: Klamring av kobberrør. Oppheng av flere rør i felles skinne
Foto: SINTEF Byggforsk

5.4 Rør-i-rør-system i næringsbygninger

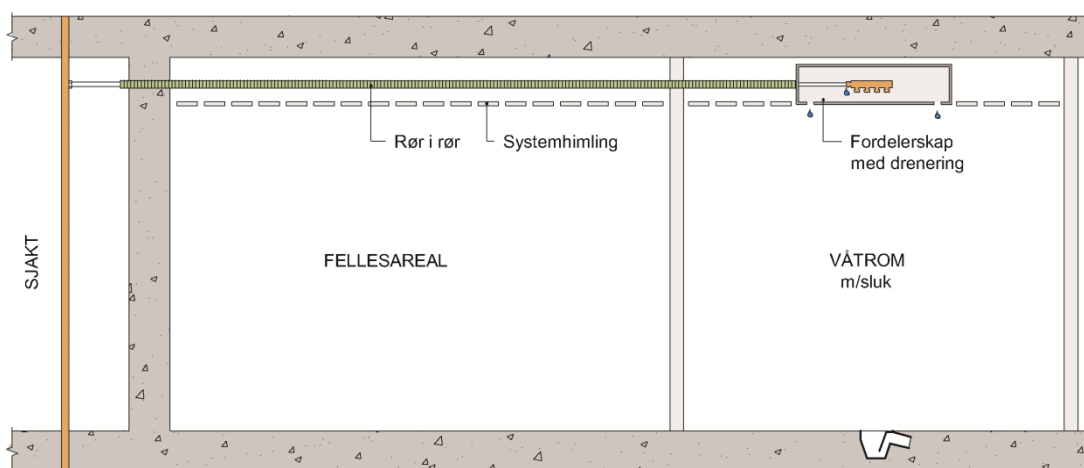
Figur 5.4 a viser en utskiftbar og lekkasjesikker løsning for rør i rør med store dimensjoner i næringsbygning med våtrom. Med store dimensjoner menes innerrør med ytre diameter ≥ 18 mm og varerør med ytre diameter ≥ 28 mm.

Systemhimlingen gjør det enkelt å skifte ut innerrøret og eventuelt varerøret. Det vil si at funksjonskravet til utskiftbarhet er ivaretatt. Når både innerrøret og varerøret kan byttes ut i én og samme operasjon, behøver man ikke å ta hensyn til rørdimensjon, rørlengde eller antall rørbøyer.

Det forutsettes at rørkoblingene i hver ende av innerrøret er lett tilgjengelig for utskifting og lekkasjesikret i henholdsvis sjakt og fordelerskap. Eventuelle lekkasjer fra rørkoblinger i fordelerskapet dreneres til sluk i våtrom. Eventuelle lekkasjer fra innerrøret vil dreneres til enten sjakt eller fordelerskap via varerøret. Funksjonskravet om lekkasjesikkerhet er ivaretatt.

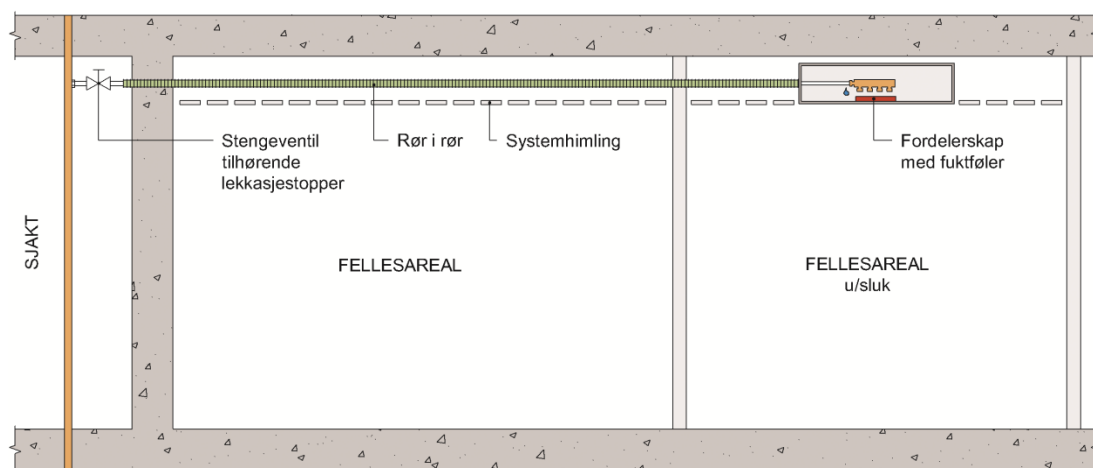
Fra fordelerskapet legges det rør i rør fram til tappestedene som beskrevet i Byggforskserien 553.117.

Denne løsningen krever ingen justering av funksjonskrav i TEK10 når det gjelder lekkasjesikkerhet.



Figur 5.4 a: Næringsbygning med våtrom – rør i rør. Kilde: SINTEF Byggforsk

Figur 5.4 b viser en utskiftbar og lekkasjesikker løsning for rør i rør med store dimensjoner i en næringsbygning uten våtrom. Den eneste forskjellen fra løsningen vist i figur 5.4 a er at en eventuell lekkasje fra rørkoblingene i fordelerskapet vil stoppes automatisk av en lekkasjestopper. Lekkasjestopperens stengeventil er plassert etter avgreningen i sjakta. Det forutsettes at rørkoblingen og stengeventilen er plassert lett tilgjengelig i sjakta for utskifting og lekkasjesikring.



Figur 5.4 b: Næringsbygning uten våtrom – rør i rør. Kilde: SINTEF Byggforsk

5.5 Flerlagsrør og PE-rør – heltrukne rør

Figur 5.5 a viser en utskiftbar og delvis lekkasjesikker løsning med heltrukne plastrør uten varerør mellom sjakt og fordelerskap i en næringsbygning med våtrom. Med heltrukne rør menes rør uten koblinger mellom rørets to endepunkter.

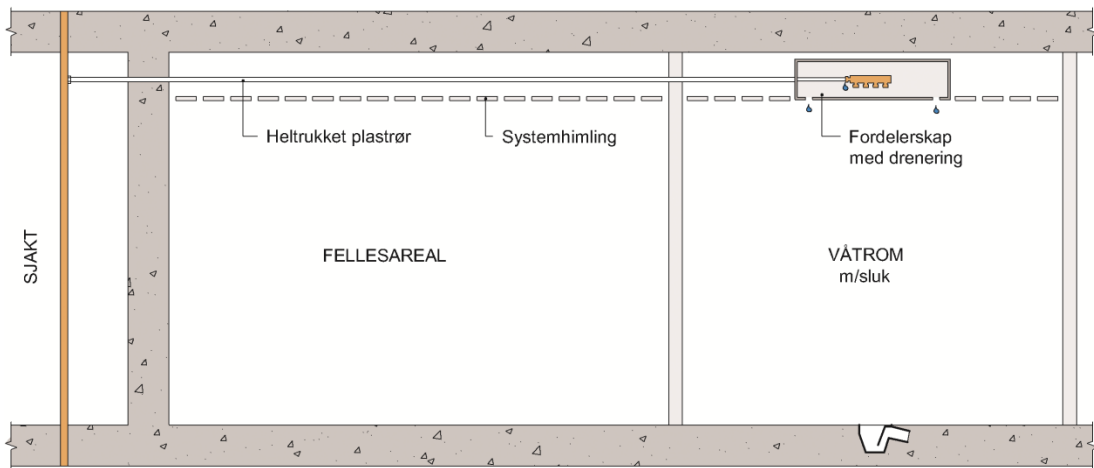
Systemhimplingen gjør det enkelt å skifte ut heltrukne rør ved behov. Det vil si at funksjonskravet til utskiftbarhet er ivaretatt.

Det forutsettes at rørkoblingene i hver ende av røret er lett tilgjengelig for utskifting og lekkasjesikret i henholdsvis sjakt og fordelerskap. Eventuelle lekkasjer fra rørkoblinger i fordelerskapet dreneres til sluk i våtrom. Funksjonskravet til lekkasjesikkerhet er ivaretatt.

Det heltrukne plastrøret er ikke lekkasjesikret mellom sjakta og fordelerskapet, men det er liten sannsynlighet for lekkasje fra selve røret. Se for øvrig vurdering av heltrukne rør og lekkasjerisiko i kapittel 3.4.

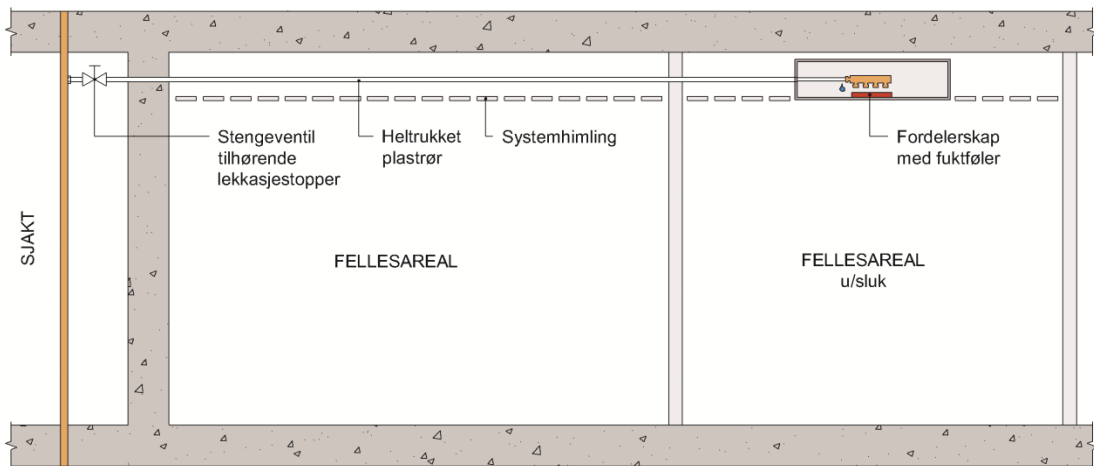
Fra fordelerskapet legges det rør i rør fram til tappestedene som beskrevet i Byggforskserien 553.117.

Denne løsningen krever justering av funksjonskrav i TEK10 ettersom vannskadesikkerheten ikke er fullstendig sikret om det oppstår en lekkasje fra vannrøret.



Figur 5.5 a: Næringsbygning med våtrom – heltrukne plastrør. Kilde: SINTEF Byggforsk

Figur 5.5 b viser en utskiftbar og delvis lekkasjesikker løsning med heltrukne plastrør uten varerør mellom sjakt og fordelerskap i en næringsbygning uten våtrom. Den eneste forskjellen fra løsningen vist i figur 5.5 a er at en eventuell lekkasje på rørkoblingene i fordelerskapet vil stoppes automatisk av en lekkasjestopper. Lekkasjestopperens stengeventil er plassert etter avgreningen i sjakta. Det forutsettes at rørkoblingen og stengeventilen er plassert lett tilgjengelig i sjakta for utskifting og lekkasjesikring.



Figur 5.5 b: Næringsbygning uten våtrom – heltrukne plastrør. Kilde: SINTEF Byggforsk

5.6 Kobberrør med gjenge- eller loddeskjøt

Kobberrør kan sammenføres med enten gjengeskjøt eller loddeskjøt.

Figur 5.6 a viser en utskiftbar og delvis lekkasjesikker løsning for rør med gjenge- eller loddeskjøt i en næringsbygning med våtrom.

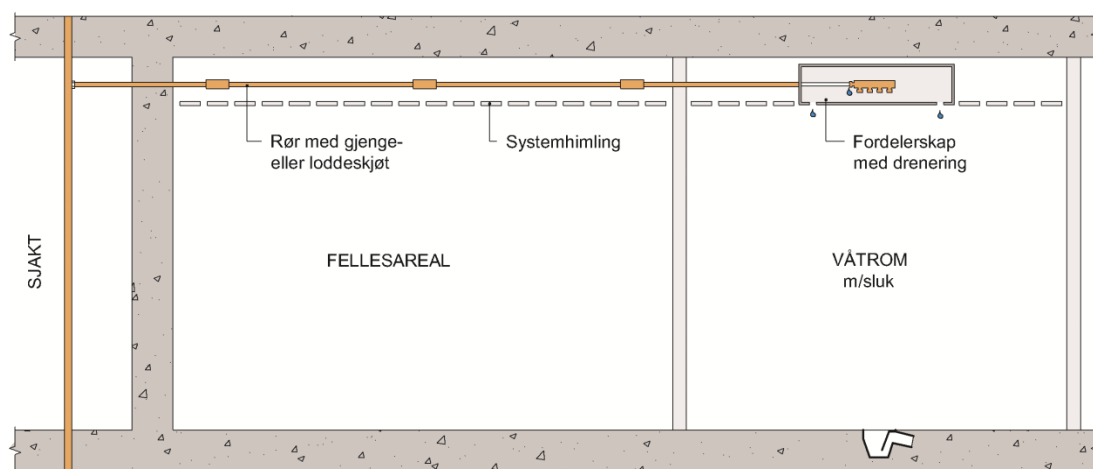
Systemhimlingen gjør det enkelt å skifte ut rør med gjenge- eller loddeskjøt ved behov. Det vil si at funksjonskravet til utskiftbarhet er ivaretatt.

Det forutsettes at rørskjøtene i hver ende av røret er lett tilgjengelig for utskifting og lekkasjesikret i henholdsvis sjakt og fordelerskap. En eventuell lekkasje på rørkoblingene inne i fordelerskapet vil dreneres til sluk i våtrom.

Selve røret inkludert skjøter er ikke lekkasjesikret, men rør med gjenge- eller loddeskjøt anses som relativt sikre og robuste skjøtesystemer. Trykktestede rørstrekk med slike skjøter kan i prinsippet sidestilles med heltrukne rør uten skjøter når det kommer til lekkasjesikkerhet. Se for øvrig vurdering av rør med gjenge- eller loddeskjøt med hensyn til lekkasjerisiko i kapittel 3.4.

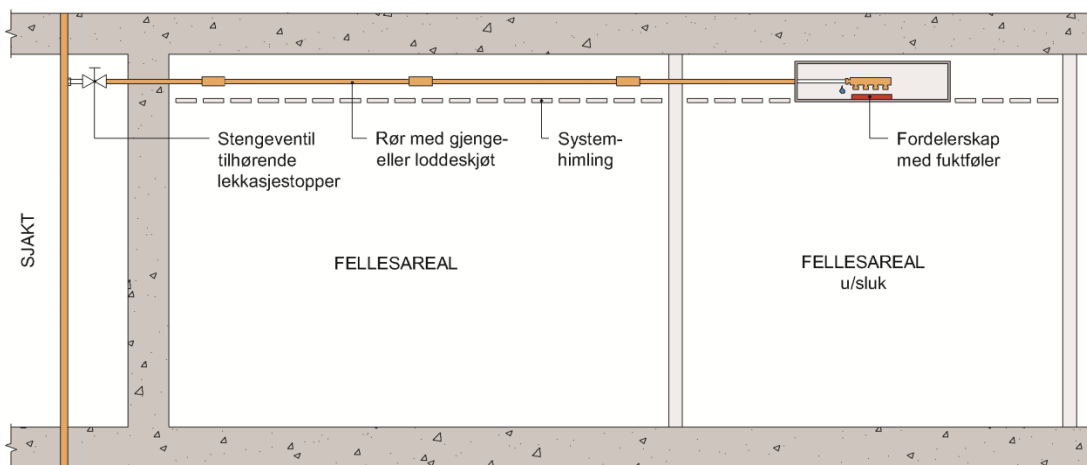
Fra fordelerskapet legges det rør i rør fram til tappestedene som beskrevet i Byggforskserien 553.117.

Denne løsningen krever justering av funksjonskrav i TEK10 når det kommer til lekkasjesikkerhet fordi vannrør ikke er fullstendig sikret.



Figur 5.6 a: Næringsbygning med våtrom – rør med gjenge- eller loddeskjøt. Kilde: SINTEF Byggforsk

Figur 5.6 b viser en utskiftbar og delvis lekkasjesikker løsning for rør med gjenge- eller loddeskjøt i en næringsbygning uten våtrom. Den eneste forskjellen fra løsningen vist i figur 5.6 a er at en eventuell lekkasje på rørkoblingene i fordelerskapet vil stoppes automatisk av en lekkasjestopper. Lekkasjestopperens stengeventil er plassert etter avgreningen i sjakta. Det forutsettes at rørkoblingen og stengeventilen er plassert lett tilgjengelig i sjakta for utskifting og lekkasjesikring.



Figur 5.6 b: Næringsbygning uten våtrom – rør med gjenge- eller loddeskjøt. Kilde: SINTEF Byggforsk

5.7 Rør med utblokking, press-, klemrings- eller innstikkskoblinger

Rør med skjøtesystemene utblokking, press-, klemrings- eller innstikkskoblinger krever stor grad av nøyaktighet ved montering. Ved feilmontering er det en viss risiko for at slike skjøtesystemer vil forårsake fullt rørbrudd. Derfor anbefaler SINTEF Byggforsk alltid å lekkasjesikre slike systemer. Utblokking, press-, klemrings- eller innstikkskoblinger kan for eksempel lekkasjesikres ved at de plasseres i små fordelerskap med lekkasjestopper. Se for øvrig vurdering av lekkasjerisiko i kapittel 3.4.

Figur 5.7 viser en utskiftbar og delvis lekkasjesikker løsning for rør med utblokking, press-, klemrings- eller innstikkskoblinger i en næringsbygning uten våtrom.

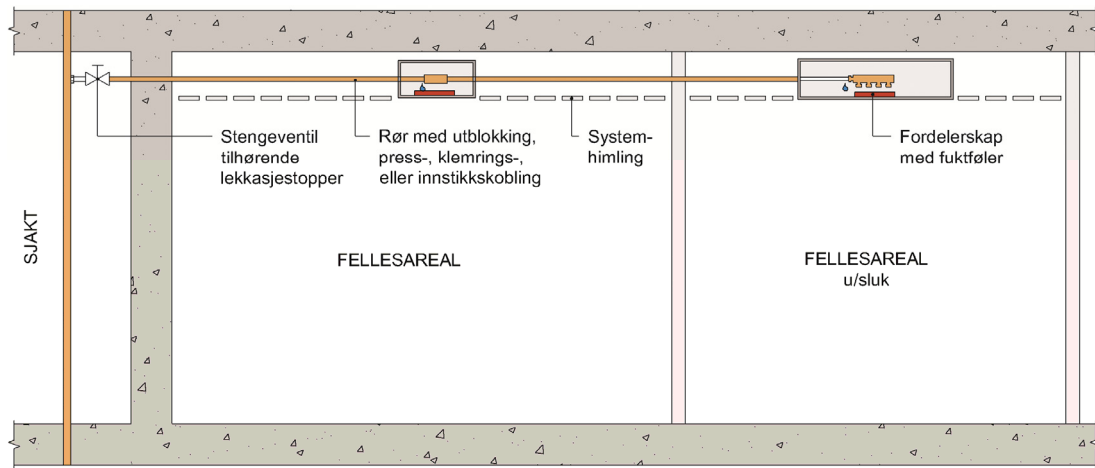
Systemhimlingen gjør det mulig å skifte ut rørene, mens rørkoblingene kan skiftes ut i sjakta og via fordelerskapene. Slik er funksjonskravet til utskiftbarhet ivaretatt for både rør og rørkoblinger.

En eventuell lekkasje på rørkoblingene i de to fordelerskapene vil stoppes automatisk av en lekkasjestopper. Lekkasjestopperenes stengeventil er plassert etter avgreningen i sjakta. Det forutsettes at stengeventilen er plassert lett tilgjengelig i sjakta for utskifting og lekkasjesikring.

De heltrukne rørene mellom sjakta og fordelerskapene er ikke lekkasjesikret, men sannsynligheten for en lekkasje på selve røret er minimal.

Fra fordelerskapet med fordelerstokk legges det rør i rør fram til de ulike tappestedene som beskrevet i Byggforskserien 553.117.

Denne løsningen krever justering av funksjonskrav i TEK10 når det kommer til lekkasjesikkerhet fordi vannrør ikke er fullstendig sikret.



Figur 5.7: Næringsbygning uten våtrom – rør med rørkobling/avgrening. Kilde: SINTEF Byggforsk

6 Konklusjon

SINTEF Byggforsk mener det er mulig å få til gode plasserings- og monteringsløsninger for horisontal rørføring i næringsbygninger som er både utskiftbare og lekkasjesikre.

For å finne teknisk holdbare løsninger krever det at hele bransjen tenker nytt og annerledes. Både arkitekter, prosjekterende og utførende må ha fokus på vannskadesikre løsninger fra starten av i et byggeprosjekt. Forslag til løsninger er vist i kapitlene 5.4–5.7. Løsningene som er vist i rapporten, er kun forslag.

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) stiller krav til utskiftbarhet og lekkasjesikkerhet for ferdig monterte vanninstallasjoner i næringsbygninger. De fleste lekkasjer på et rørstrekk oppstår i rørkoblingene. I næringsbygninger mener SINTEF Byggforsk at det er viktigere å lekkasjesikre rørkoblingene enn selve vannrøret. Til tross for at det vil medføre en justering av funksjonskrav i TEK10, vil det kunne gi oss sikrere rørføringer når det kommer til lekkasjer enn hva som er tilfellet for næringsbygninger i dag.

7 Litteratur

Byggforskserien

- 550.401 Opphengssystemer for tekniske installasjoner. Dimensjonering og utførelse
- 553.116 Vannforsyningssystem i boliger. Dimensjonering av kobberør
- 553.117 Rør-i-rør-systemer for vannforsyning
- 553.119 Åpne rørinstallasjoner for vannforsyning i boliger
- 553.135 Lekkasjestoppere

Vannskadesikker montering av vannrør i næringsbygninger

Mindre mulighet for vannskader forårsaket av rørlekkasjer er i byggeiernes og rørbransjens interesse. På hvilke måter kan vi redusere lekkasjekostnadene fra vannrør i næringsbygninger?

Denne rapporten gir løsninger for hvordan vannrør kan monteres så vel utskiftbart som lekkasjesikkert i næringsbygninger.

En hovedutfordring er horisontale rørføringer med mange koblinger, hvor lekkasjesikring har vist seg å være vanskelig å få til i praksis. Prosjekterende og utførende i rørbransjen får med denne rapporten retningslinjer for hvordan kravet til både lekkasjesikring og utskiftbarhet kan ivaretas samtidig.