TEKNOLOGISK INSTITUT



Renovering af faldstammesystemer

Rørcenter-anvisning 022
November 2026

Renovering af faldstammesystemer

Rørcenter-anvisning 022

2. udgave, 1. oplag, 2026

© Rørcentret
Teknologisk Institut

Tryk og indbinding:
TI Tryk, Taastrup
Teknologisk Institut

ISBN 978-87-999802-0-8

ISSN 1600-9894
Nøgletitel: Rørcenter-anvisning

EAN 9788799980208

Forord

Formålet med denne anvisning er at give et fælles teknisk grundlag for renovering af faldstammer, der kan hjælpe bygningsejere med at vurdere:

- Hvilke renoveringsmetoder der findes på markedet
- Hvornår en faldstamme skal renoveres eller udskiftes
- Hvilke krav der skal stilles til renoveringsmetoderne
- Hvilke krav der skal stilles til arbejdets udførelse
- Hvilke krav der kan stilles til kvalitet/dokumentation af de enkelte systemer til renovering af faldstammer

Anvisningen skal lette arbejdet for boligselskaber, ejer- og andelsboligforeninger, rådgivere og entreprenører.

Denne revision af anvisningen er finansieret af følgende:

Proline Danmark ApS
Greenpipe A/S
Rebo A/S
Per Aarsleff A/S
Lauridsen Rørteknik A/S
Trelleborg Roskilde A/S
Dansk Kloak Renoveringsteknik ApS

Anvisningen er udarbejdet af Flemming Springborg og Inge Faldager fra Teknologisk Institut, og projektet er gennemført i samarbejde med en styregruppe bestående af:

Cem A. Holum	Proline Danmark A/S
Heine Buhl	Greenpipe A/S
Henrik Rudbæk Sørensen	Rebo A/S
Henrik Tesgaard	Per Aarsleff A/S
Line Bressum	Per Aarsleff A/S
Stephen Mainz	Trelleborg Roskilde A/S
Lars Augustsson	Dansk Kloak Renoveringsteknik ApS
Niels-Arne Lauridsen	Lauridsen Rørteknik A/S
Claus Streit	Lauridsen Rørteknik A/S
Brian Bryder	BBR Consult
Mikkel Bloch Thodberg	Rosendal ApS

Teknologisk Institut vil gerne takke styregruppen for et meget konstruktivt og inspirerende samarbejde, som forhåbentlig sikrer en bred anvendelse af anvisningen.

November 2026
Teknologisk Institut

Indholdsfortegnelse

1 INDLEDNING 7

2 DEFINITIONER 8

2.1 Faldstammer 8
2.2 Metoder 8
2.3 Total udskiftning af faldstammer 9
2.4 Delvis udskiftning 9
2.5 Udskiftning til faldstamme med mindre dimension 9
2.6 Renoveringsmetoder 9
2.7 Vedligeholdelse 11
2.8 Reparation 11

3 LOVGIVNING 12

3.1 Krav i Bygningsreglementet 12
3.2 Hvornår skal der ansøges om byggetilladelse? 13
3.3 Dispensation 13
3.4 Skal en renoveret faldstamme leve op til samme krav som et nyt anlæg? 14
3.5 Autorisation 14
3.6 Arbejdsmiljølovgivning 14
3.7 Brand 16

4 DIMENSIONERING AF FALDSTAMMER 17

4.1 Udluftede faldstammer 17
4.2 Ikke-udluftede faldstammer 17
4.3 Udluftede faldstammer 18
4.4 Kapacitet af renoverede faldstammer til spildevand 19
4.5 Kapacitet af renoverede regnvandsnedløb 21

5 UDSKIFTNING AF FALDSTAMMER 23

5.1 Total udskiftning af faldstammer og sideledninger 23
5.2 Delvis udskiftning 24
5.3 Udskiftning til faldstammer med mindre dimension 24
5.4 Kombination af udskiftnings- og renoveringssystemer 25
5.5 Efterarbejde 25

6 RENOVERINGSMETODER 26

6.1 Forundersøgelser 26
6.2 Installation 30
6.2.1 Strømpeforing 30
6.2.2 Coating 32
6.3 Kombination af flere forskellige renoveringssystemer 34
6.4 Efterarbejde 34

7 KRITERIER FOR VALG AF METODE 35

7.1 Valg mellem renoveringsmetoderne 35

8 DRIFT OG VEDLIGEHOLD 42

8.1 Hvad kan systemerne tåle? 42

9 ANBEFALEDE TEST AF RENOVERINGSMETODERNE 44

9.1 Baggrund 44
9.2 Overordnede funktionskrav til renoveringsmetoderne 44
9.3 Anbefalede test 45
9.4 Sammenfatning 45

10 UDDANNELSE AF OPERATØRER 47

11 KVALITETSSIKRING OG KONTROL 48

11.1 Krav til et kvalitetsstyringssystem 48
11.2 Bygherrens kontrol 50

12 KONTROLORDNING FOR FALDSTAMMERENOVERING 53
12.1 GENERELT 53
12.2 EN KONTROLORDNING/CERTIFICERINGSORDNING 53
12.3 KONTROLORDNING FOR FALDSTAMMERENOVERING 53
13 UDBUD 55
BILAG 1 ANBEFALEDE PRØVNINGER AF RENOVERINGSSYSTEMER TIL FALDSTAMMESYSTEMER 58
1.1 PRØVEOPSTILLING TIL SYSTEMTEST 58
1.2 ANBEFALEDE PRØVNINGER I SYSTEMTEST 59
1.2.1 Resistens mod temperaturcyklus og højtryksspuling 59
1.2.1.1 Indledende tæthedsprøvning med vand i henhold til DS/EN 1610 59
1.2.1.2 Påvirkning af systemet ved temperaturvekslinger i henhold til DS/EN ISO 13257 60
1.2.1.3 Tæthedsprøvning (som den indledende) 60
1.2.1.4 Påvirkning af systemet ved højtryksspuling 60
1.2.1.5 Afsluttende tæthedsprøvning (som den indledende) 60
1.2.2 Resistens mod spildevand i henhold til DS/EN 877 60
1.2.3 Kemisk resistens i henhold til DS/EN 877 61
1.2.4 Godstykkelse på produktet 61
1.2.5 Kapacitetstest 61
1.3 MATERIALETEST (ÆLDNINGSTEST) 62
1.3.1 FTIR-test 62
BILAG 2 BESKRIVELSE AF SPULEHOVED 63
BILAG 3 NORM REFERENCER 64

1 Indledning

Renovering af faldstammer er et marked i hastig vækst. Gennem de senere år er der flere og flere boligforeninger, der står over for at skulle udskifte eller renovere deres faldstammer, fordi levetiden er ved at være opbrugt. Det stigende marked har medvirket til, at der er kommet flere alternative muligheder på markedet for renovering i stedet for en traditionel udskiftning.

Når en boligforening skal vælge mellem en traditionel udskiftning eller en af de alternative renoveringsmetoder, skal det være muligt at sikre sig, at den/de alternative metoder har en kvalitet, der kan måle sig med en traditionel udskiftning.

På dagens marked findes der en række forskellige metoder, men der findes hverken danske eller internationale standarder, der beskriver, hvilke krav, der bør stilles til en renoveringsmetode.

I Danmark er der dog etableret en frivillig certificeringsordning – Kontrolordning for Faldstammerenovering – hvis formål er at sikre kvaliteten af et faldstammerenoveringssystem.

Denne anvisning bør derfor betragtes som et supplement til eller en forklaring på det tekniske grundlag, som er gældende for Kontrolordning for Faldstammerenovering.

Den beskriver lovgivningen, der knytter sig til faldstammerenovering som alternativ til en traditionel udskiftning, de forskellige metoder, der anvendes, samt hvilke krav og prøvninger der bør kræves som dokumentation af renoveringssystemernes kvalitet.

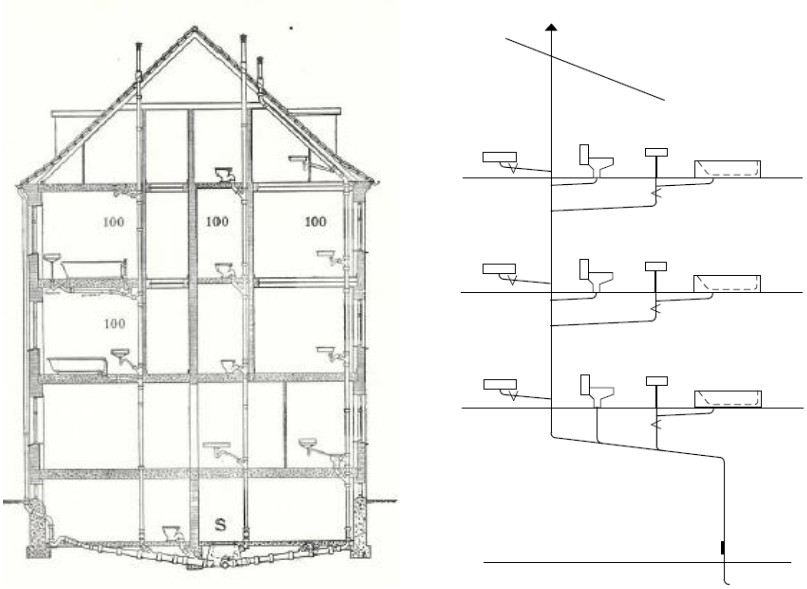
2 Definitioner

2.1 Faldstammer

Faldstammer er stående ledninger, der opsamler spildevandet fra de enkelte etager samt evt. regnvand fra taget og fører det til afløbssystemet under bygninger. Der skelnes mellem udluftede faldstammer og ikke-udluftede faldstammer.

Faldstammer kan være *køkkenfaldstammer,* hvor der kun er sluttet køkkenvaske på faldstammen, eller *wc-faldstammer*, hvor der kun er sluttet wc og bad til faldstammen. I nyere byggeri kan både bad, wc og køkken være tilsluttet samme faldstamme. I faldstammer, hvor der kun er tilsluttet regnvand, er der ofte ingen eller meget få tilslutninger. Der ses dog tilfælde, hvor altanafløb på hver etage er tilsluttet til regnvandsfaldstammen.

De fleste faldstammer er lodrette indtil fodbøjningen under terræn, hvor de tilsluttes det underjordiske, liggende afløbssystem. Men en del faldstammer har liggende dele i etageadskillelserne, se figur 2.1.



Figur 2.1. Eksempler på forskellige typer af faldstammer.

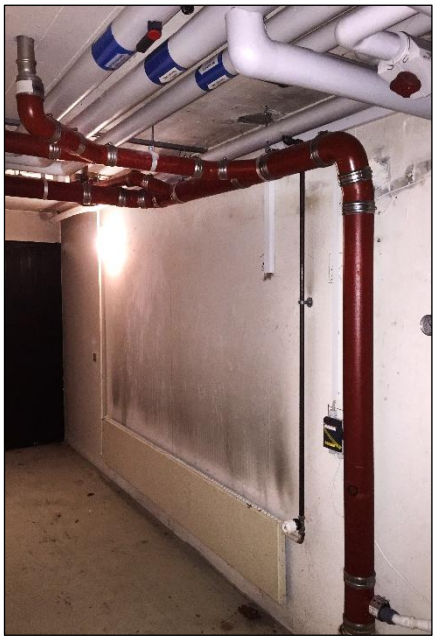
2.2 Metoder

Faldstammer kan fornyes på forskellige måder:

- *Total udskiftning:* Hvor den gamle faldstamme med tilhørende sideledninger på hver etage fjernes, og en ny faldstamme med tilhørende sideledninger monteres (traditionel udskiftning), se afsnit 2.3
- *Delvis udskiftning:* Hvor den gamle faldstamme fjernes mellem etagerne, mens sideledningerne i etageadskillelsen renoveres (anvendes ofte ved fritstående faldstammer), se afsnit 2.4
- *Udskiftning af faldstamme med mindre dimension:* Faldstammerne udskiftes med en ny ledning med en mindre dimension. Sideledninger udføres med ny ledningsføring under loft, se afsnit 2.5
- *Renovering af faldstamme og sideledninger:* Faldstammen og sideledningerne påføres en ny, indvendig belægning, se afsnit 2.6

2.3 Total udskiftning af faldstammer

Ved en total udskiftning af faldstammer forstås, at alle eksisterende faldstammer og liggende ledninger fritlægges ved ophugning i vægge og gulve og erstattes af nye, hvorefter der retableres ved håndværkerarbejde som tømrer-, murer- og malerarbejde.



Figur 2.2. Total udskiftning af faldstamme i støbejern.

2.4 Delvis udskiftning

Ved en delvis udskiftning udskiftes de stående ledninger, mens de liggende ledninger i og mellem etagerne renoveres, udskiftes eller bibeholdes. Denne metode benyttes ofte, hvor de stående ledninger er nemt tilgængelige.

Der er også tilfælde, hvor man vælger at renovere de stående ledninger og udskifte de liggende ledninger. Denne mulighed benyttes ofte, hvor de stående ledninger er svært tilgængelige, og de liggende ledninger er vanskelige at renovere, fx pga. små dimensioner eller mange retningsændringer og/eller installationsgenstande, der ikke egner sig til en renovering.

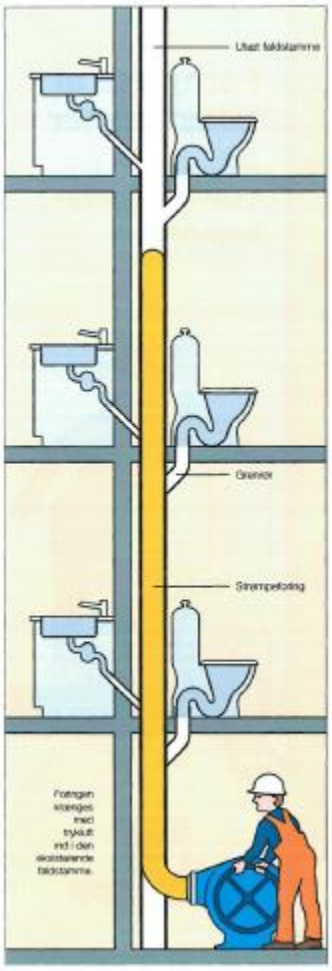
2.5 Udskiftning til faldstamme med mindre dimension

Der findes et komplet faldstammesystem i rustfri stålrør i dimensionen Ø82 mm. Ved renovering med dette system skæres faldstammerne væk mellem etagerne. I etagerne anvendes det gamle rør som gennemføring. Sideledningerne udskiftes ved at lave en ny rørføring under loftet.

2.6 Renoveringsmetoder

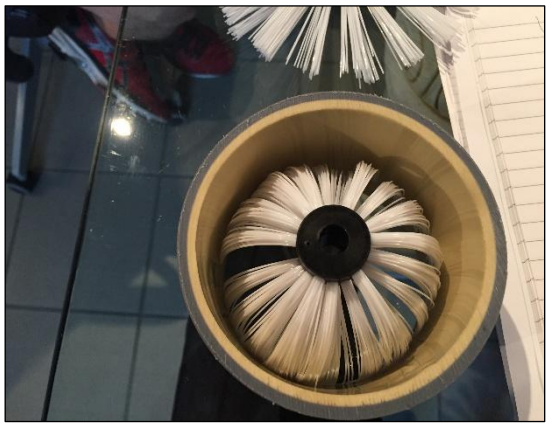
Der findes flere forskellige metoder til renovering af faldstammesystemer på det danske marked. Metoderne dækker både de stående og liggende ledninger inkl. tilslutningerne til faldstammen. Metoderne adskiller sig væsentligt på en række punkter som fx materialer og installationsprocedure og kan derved ikke sammenlignes direkte. Det er derfor hensigtsmæssigt at opdele renoveringsmetoderne i de nedenstående grupper.

Strømpeforing: Strømpeforingsprodukter/-systemer baserer sig på et harpiksimprægneret tekstil, som indføres med trykluft i faldstammen og hærder af, evt. ved at tilføre energi i form af varme/lys. Efter hærdning vil produktet udgøre et selvbærende rør (hvilket betyder, at styrken af røret er uafhængig af den eksisterende faldstamme).



Figur 2.3. Installation af en strømpeforing.

Coating (spray): Produkter/systemer der baserer sig på en hærdeplast, som i flere omgange sprøjtes eller børstes på indvendig i faldstammen. Derved dannes en ny indvendig overflade i det eksisterende rør.





Figur 2.4. Børste til fordeling af coating.

2.7 Vedligeholdelse

Vedligeholdelse af faldstammer defineres som de løbende forebyggende tiltag, tekniske eftersyn og rensninger, der sikrer, at ejendommens lodrette afløbsrør fungerer optimalt, bevarer deres tæthed og opnår den maksimale levetid.

2.8 Reparation

Reparation af faldstammer defineres som processen med at udbedre, tætne eller genoprette funktionen af faldstammer/liggende ledninger. Formålet med reparationen er at stoppe utætheder, fjerne blokeringer samt forlænge faldstammens samlede levetid.

3 Lovgivning

Renovering af faldstammer er omfattet af byggeloven og skal dermed overholde kravene, som er beskrevet i Bygningsreglementet. I Bygningsreglementet stilles de overordnede krav til funktionen af faldstammer. Desuden angives det, hvilke arbejder der kræver en byggetilladelse, og hvilke arbejder der kan udføres efter en anmeldelse eller helt uden at spørge myndighederne.

3.1 Krav i Bygningsreglementet

De overordnede krav, der findes i Bygningsreglementets kapitel 4, og som er relevante for renovering af faldstammer, er omtalt i figur 3.1. De overordnede krav skal opfyldes ved nyanlæg og ved større renoveringer/udskiftninger.

Kapitel 4 – § 69
Bygninger og udenomsarealer skal have afløb for spildevand, regnvand og vand fra tekniske installationer. Projektering, udførelse, drift og vedligehold af afløbsinstallationer skal ske under hensyn til, at:

1) Der ikke opstår risiko for brand- og eksplosionsfare
2) Der ikke opstår risiko for personers sundhed eller komfortmæssige gener
3) Der ikke sker skader på personer, installationer og bygningsdele
4) Der ikke sker forurening af jord, grundvand, af andre ledningsanlæg eller anden uhensigtsmæssig vandudsivning
5) Der ikke sker unødigt energiforbrug

Kapitel 4 – § 70
Stk. 2. Afløbsinstallationer skal dimensioneres som anvist i DS 432, Afløbsinstallationer, afsnit 6 eller på en måde, som på tilsvarende vis sikrer en tilfredsstillende bortledning, jf. stk.1.

Kapitel 4 – § 71
Afløbsinstallationer skal projekteres og udføres, så:

1) Der ikke forekommer lugtgener, aflejringer eller oversvømmelse
4) Utilsigtet ind- og udsivning undgås
5) Rotter hindres i at trænge ud af installationerne og ind i eller under bygninger
11) De kan renses, betjenes og vedligeholdes i fornødent omfang. Renseadgange og komponenter, der kræver betjening, eftersyn eller vedligehold, skal være let tilgængelige, så dette kan ske på en hensigtsmæssig og forsvarlig måde

Kapitel 4 – § 80
Drift og vedligehold af afløbsinstallationer skal ske, så de til enhver tid overholder bestemmelserne i §§ 70-78.

Stk. 3. Ubenyttede dele af en afløbsinstallation skal sikres mod indtrængen af rotter ved afpropning. Afpropning skal ske så tæt som muligt ved tilslutningen til den benyttede del af afløbssystemet.

Kapitel 4 – § 81
Afløbsinstallationer og hovedafløbssystem må ikke tilføres stoffer, der kan skade eller forringe funktionen af afløbsinstallationer, hovedafløbssystem, renseanlæg eller recipient**.**

Figur 3.1. Krav til nye afløbsinstallationer i Bygningsreglementet.

Disse krav kan sammenfattes til følgende egenskaber til en renoveret faldstamme:

- Tæthed af selve faldstammen samt alle sidegrene og tilslutningerne mellem sidegrene og faldstammer (skal dokumenteres via testresultater)
- Bestandig over for de kemiske og termiske påvirkninger, faldstammen og sidegrenene kan udsættes for fra spildevandet (skal dokumenteres via testresultater)
- Bestandig for de mekaniske påvirkninger, faldstammen og sidegrenene kan udsættes for, fx i forbindelse med rensning af faldstamme og sideledninger (skal dokumenteres via testresultater)
- Skal have en indvendig dimension, der sikrer en tilfredsstillende bortledning (skal dokumenteres via beregninger)

Jævnfør kravene i Bygningsreglementet og "Bekendtgørelsen om markedsføring, salg og markedskontrol af byggevarer" skal produkter, der sælges på det danske marked, således have gennemgået produktprøvninger, der viser, at produktet er egnet til det, det sælges til, og installatøren skal have et KS-system, der sikrer, at de deklarerede egenskaber ved produktet overholdes.

3.2 Hvornår skal der ansøges om byggetilladelse?

Ved parcelhuse, rækkehuse (også selvom en del af boligen anvendes til sådanne former for erhverv, som sædvanligvis kan udøves i forbindelse med en bolig) samt landbrugets avls- og driftsbygninger kan renovering af faldstammer normalt udføres uden byggetilladelse, hvis kravene i BR følges.

Hvis der afviges fra kravene i Bygningsreglementet, skal der søges om dispensation.

Det er kommunen, der afgør, om der skal søges byggetilladelse til renovering af faldstammer i parcelhuse mv.

Ved etageejendomme og industri skal der søges om tilladelse, hvis faldstammerne skal renoveres. Kommunerne har dog lidt forskellige regler, og det vil normalt fremgå af kommunernes hjemmesider, om der skal søges tilladelse, eller om renoveringen kan udføres uden en tilladelse. Hvis der afviges fra kravene i Bygningsreglementet, skal der søges om dispensation.

3.3 Dispensation

Afløbsinstallationer skal som nævnt udføres i henhold til Bygningsreglementet. Bygningsreglementet henviser vejledende til DS 432, Afløbsinstallationer, som giver eksempler på udførelsesmåder, der opfylder de funktionelle krav, og som kan anvendes uden nærmere dokumentation.

Andre udførelsesmåder, hvor det kan dokumenteres, at de opfylder de funktionelle krav, godkendes i hvert enkelt tilfælde hos kommunalbestyrelsen.

Hvis omstændighederne gør det nødvendigt at udføre arbejdet på en anden måde – hvor det altså ikke kan dokumenteres, at funktionskravene er overholdt – kræves en særlig tilladelse hertil – en dispensation. Dispensationen meddeles af kommunalbestyrelsen. Kravet om dispensation omfatter alle byggearbejder, også dem, hvor det ikke er nødvendigt at anmelde eller søge om byggetilladelse.

3.4 Skal en renoveret faldstamme leve op til samme krav som et nyt anlæg?

Hvis levetiden på renoveringen er kort (< 10 år), og funktionen af faldstammen stadig er rimeligt tilfredsstillende, er det ikke nødvendigt, at den lever op til samme krav som et nyt anlæg. Men hvis levetiden af renoveringen forventes at være 10-50 år, skal den renoverede faldstamme leve op til samme krav til kemisk og mekanisk resistens samt kapacitet som et nyt anlæg (hvilket bør dokumenteres ved testresultater/beregninger). Dette medfører blandt andet, at der før en renovering altid skal foretages en ny dimensionering af faldstammen for at eftervise, at den efter renoveringen stadig har tilstrækkelig kapacitet. Ofte er der i løbet af faldstammens levetid tilsluttet flere installationer til faldstammen end oprindeligt, fx brusekabiner samt vaske- og opvaskemaskiner. Derfor er det vigtigt, at kapaciteten eftervises.

3.5 Autorisation

Arbejdet med afløbsinstallationer må kun udføres af autoriserede virksomheder. Dette gælder både for nyanlæg, ved ændringer af eksisterende anlæg og ved reparationer. Arbejdet med afløbsledninger i bygninger udføres af autoriserede VVS-installatører, og arbejdet med ledninger i jord, herunder ledninger under bygninger, udføres af autoriserede kloakmestre.

Renovering af faldstammer er således omfattet af autorisationsloven og må kun udføres af firmaer, der har autorisation som VVS-installatør.

Personer, der arbejder med renovering og reetablering af afløbsinstallationer i forbindelse med renovering af faldstammer, skal have kendskab til og overholde de regler, der gælder for afløbsinstallationer i bygning, fx indbygning af gulvafløb i vådrumszoner, tilslutninger til eksisterende installationer mv.

3.6 Arbejdsmiljølovgivning

De fleste renoveringssystemer anvender epoxy/opløsningsmidler, og her er der krav om, at entreprenøren skal have gennemgået relevante kurser, og at der foretages særlige arbejdsmiljømæssige foranstaltninger under udførelsen.

Desuden skal arbejdsmiljølovgivningens almindelige regler om sikkerhed og sundhed overholdes.

Miljøscreening
Hvis ejendommen er opført eller renoveret i perioden 1950 til 1977, er det et lovkrav, at der foretages en miljøscreening og ofte en efterfølgende miljøkortlægning, før arbejdet igangsættes.

Formålet med screeningen er at identificere og kortlægge sundheds- og miljøskadelige stoffer som fx asbest, PCB, bly, klorerede paraffiner, PAH, kviksølv mv.

Det er bygherrens (fx andelsboligforeningens eller udlejerens) ansvar at sikre, at miljøscreeningen udføres korrekt.

Asbest
Ved en faldstammerenovering kan der ofte forekomme asbest i forbindelse med fliseklæb på vægge eller på gulve. Det kan også forekomme ved rørisolering, pakninger, vinyl, spartelmasse eller gamle brandtætninger samt asbestforurenet isoleringsmateriale efter udskiftning af eternittage. Man skal derfor være opmærksom på Arbejdstilsynets regler og bekendtgørelser, som relaterer til asbest.

Specielt skal man være opmærksom på bekendtgørelse nr. 1795 af 18/12/2015 om asbest, som bl.a. regulerer:

- Hvornår arbejde betragtes som asbestarbejde
- Krav om forundersøgelse og risikovurdering
- Anmeldelse af asbestarbejde
- Krav til uddannelse/instruktion
- Afskærmning, ventilation og personlige værnemidler
- Rengøring, affaldshåndtering og kontrolmålinger

Bekendtgørelse nr. 1794 af 18/12/2015 om arbejdets udførelse samt bekendtgørelse nr. 2107 af 24/11/2021 om bygge- og anlægsarbejde, som bl.a. regulerer:

- At arbejdet skal planlægges og udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt
- Krav til arbejdsmetoder
- Instruktion og tilsyn
- Håndtering af støvende og sundhedsskadelige påvirkninger

Derudover er der en række andre bekendtgørelser, der relaterer til asbest, man skal være opmærksom på fx:

- Bekendtgørelse nr. 117 af 5/02/2013 om anvendelse af tekniske hjælpemidler
- Bekendtgørelse nr. 1516 af 16/12/2010 om grænseværdier for stoffer og materialer
- Bekendtgørelse nr. 1706 af 15/12/2010 om brug af personlige værnemidler
- Bekendtgørelse nr. 96 af 13/02/2001 om faste arbejdssteders indretning

Ansvaret vedrørende asbest ligger altid hos bygherren.

PCB
Når ældre etageejendomme skal have renoveret eller udskiftet faldstammer, er det ofte et omfattende og længe ventet projekt. Men bag vægge og under gulve lurer en usynlig sundhedsfare, som kan gøre renoveringen både dyrere og mere kompliceret, hvis den ikke håndteres korrekt: PCB.

Hvad er PCB, og hvorfor findes det ved faldstammer?
PCB (polyklorerede biphenyler) er en gruppe svært nedbrydelige miljøgifte. Fra 1950'erne og frem til midten af 1970'erne (hvor stoffet blev forbudt) blev PCB i vid udstrækning brugt i byggematerialer på grund af dets elastiske, holdbare og brandhæmmende egenskaber.

I forbindelse med faldstammer og dertilhørende installationer findes PCB typisk i:

- *Elastiske fuger:* Fuger omkring rørgennemføringer i etagedæk (lofter/gulve) og vægge
- *Maling og belægninger:* Ældre maling på støbejernsrør eller vægge i installationsskakte
- *Tætningsmaterialer:* Gamle pakninger og kalfatringsgarn brugt til at tætne samlinger i faldstammen

Risikoen ved renovering
Så længe materialer med PCB sidder urørt og indkapslet, udgør de primært en risiko gennem langsom afgasning til indeklimaet. Men så snart renoveringen går i gang, ændrer billedet sig.

Når gamle faldstammer skal skæres fri, bankes ud eller afmonteres, skaber det vibrationer, støv og varme. Dette kan frigive store mængder PCB-holdigt støv og dampe til luften. Uden de rette forholdsregler kan giftstofferne sprede sig til beboernes lejligheder, sætte sig i indboet og udgøre en alvorlig sundhedsrisiko for både håndværkere og beboere. PCB er blandt andet mistænkt for at være kræftfremkaldende og hormonforstyrrende.

PCB-håndtering reguleres i PCB-bekendtgørelsen (Bekendtgørelse nr. 1144 af 5/11/2024 om PCB, PCY og erstatningsstoffer herfor).

Derudover skal man være opmærksom på reglerne i:

- Bekendtgørelse nr. 825 af 25/06/2026 om arbejde med stoffer og materialer (kemiske agenser)
- Bekendtgørelse nr. 798 af 17/06/2023 om indretning af byggepladser og lignede arbejdssteder

3.7 Brand

Ved udskiftning af gamle faldstammer skal Bygningsreglementets krav til brandsikring overholdes. Det drejer sig primært om at sikre gennemføringer af rørinstallationer gennem brandadskillende bygningsdele, så de brandtekniske egenskaber for vægge og dæk ikke forringes. Dette gøres ved at udforme og udføre rørgennemføringer, så de krævede brandtekniske egenskaber for vægge og dæk ikke forringes.

Ved renovering af eksisterende faldstammer, hvor man bibeholder de eksisterende gennemføringer, er der andre krav til brandsikring.

Kravene til brandsikring er blevet skærpet de seneste år og fylder en stadig større det af et renoveringsprojekt.

Før en faldstammerenovering igangsættes, anbefales det derfor, at bygherren rådfører sig med en brandteknisk rådgiver.

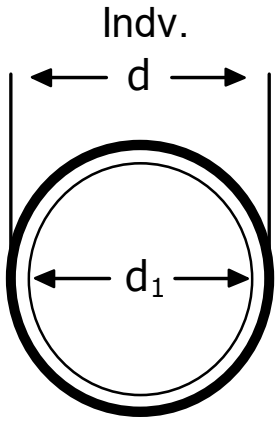
4 Dimensionering af faldstammer

Faldstammer er stående ledninger, der opsamler spildevandet fra de enkelte etager samt evt. regnvand fra taget og fører det til afløbssystemet under bygninger. Der skelnes mellem udluftede faldstammer og ikke-udluftede faldstammer.

4.1 Udluftede faldstammer

Udluftede faldstammer er ført op over bygningens tag, så de udmunder i det fri. Udluftningen sikrer, at tryksvingningerne i faldstammen ikke bliver så store, at vandlåsene på afløbsinstallationerne bliver udsuget. Det tilladte over-/undertryk i en faldstamme er +/-400 Pa.

Faldstammer dimensioneres ud fra den vandstrøm, der er tilsluttet faldstammen. I faldstammer løber vandet i en ring langs rørvæggen, se figur 4.1.



$$f = 1 \div (\frac{d_1}{d})^2 \quad \text{Fyldningsforhold} = f = \frac{\text{areal af vandets tværsnit}}{\text{areal af rørets tværsnit}}$$

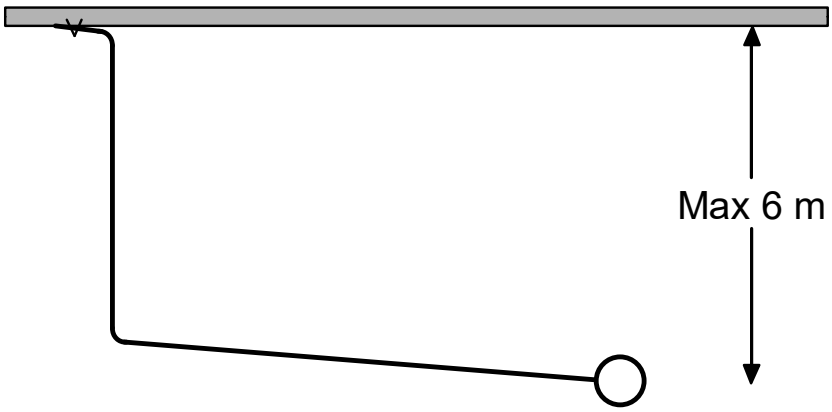
Figur 4.1. I stående ledninger løber vandet i en ring langs rørvæggen. Fyldningsforholdet for stående ledninger er vandtværsnittets areal divideret med rørets tværsnitsareal.

Fordi luft skal kunne passere i faldstammen, er det ikke tilladt at fylde hele tværsnittet. I spildevandssystemer og i fællessystemer (blandet regn- og spildevand) må fyldningsforholdet maks. være 0,2. I regnvandsledninger må fyldningsforholdet være 0,33.

Liggende dele af faldstammer
Liggende dele af en faldstamme skal dimensioneres som en liggende ledning. Her er fyldningsforholdet 0,5 i spildevandsledninger. I fællesledninger er fyldningsforholdet 0,7; dog må fyldningsforholdet for spildevand alene ikke være større end 0,5.

4.2 Ikke-udluftede faldstammer

Ikke-udluftede faldstammer er meget usædvanlige i etagebyggeri, fordi der er en lang række begrænsninger knyttet til ikke-udluftede faldstammer – specielt en stærk begrænsning på, hvor meget vand der må tilsluttes, samt en begrænsning i faldhøjden, se figur 4.2.



Figur 4.2. Den største faldhøjde er 6 m.

De mange begrænsninger skyldes, at luften ikke trækkes ind i ledningssystemet gennem en udluftning, men skal bevæge sig mod vandstrømmen, og det giver risiko for store tryksvingninger, der vil trække vandet ud af vandlåsene.

4.3 Udluftede faldstammer

Kapaciteten i en udluftet faldstamme/ledning er væsentligt større end i en ikke-udluftet faldstamme/ledning. En faldstamme kan regnes som udluftet, når den har en åbning til det fri, eller når den har påmonteret en vakuumventil.

Udluftningsledningen
Hvis en faldstamme er udluftet over tag, skal man være opmærksom på dimension og ledningsføring på udluftningsledningen.

Dimensionen på udluftningsledningen bestemmes af den samlede spildevandsbelastning, der er tilsluttet til faldstammen:

- Forudsatte spildevandsstrøm ≤ 5 l/s: mindste indvendig dimension af udluftningsledningen skal være min. 44 mm
- Forudsatte spildevandsstrøm > 5 l/s: mindste indvendig dimension af udluftningsledningen skal være min. 65 mm
- Hvor flere udluftninger føres sammen til én fælles tagudluftning, anbefales en indvendig diameter på mindst 95 mm
- Ved høje huse eller rørføringer med mange bøjninger anbefales det altid at føre udluftningsledningen op i samme dimension som selve faldstammen

Regler for en egentlig dimensionering af udluftningsledninger findes i SBI-anvisning 255, Afløbsinstallationer – Systemer og dimensionering.

Vakuumventil
Ved brug af vakuumventiler til udluftning af en faldstamme, skal man være meget opmærksom på reglerne for, hvor og hvordan en vakuumventil må benyttes. Fx er der krav om, at en vakuumventil kun må benyttes på ledninger, hvori der kun forekommer undertryk. Det betyder i praksis, at man ikke må anbringe en vakuumventil på en ledning, hvor der kan forekomme overtryk, fx ved opstuvning i kloaksystemer.

Regler for brug af vakuumventiler er angivet i DS 432.

4.4 Kapacitet af renoverede faldstammer til spildevand

Dimensionen
Når en faldstamme renoveres, er det ensbetydende med, at ledningsdimensionen nedsættes, og dermed nedsættes kapaciteten af ledningen også. I figur 4.3 er vist et eksempel på, hvor meget kapaciteten af en udluftet faldstamme reduceres ved forskellige reduktioner af faldstammens diameter i et spildevandssystem.

Vandføring/dimension	Ø100	Ø95	Ø90	Ø80	Ø70
	4,6 l/s	4,1 l/s	3,5 l/s	2,5 l/s	1,6 l/s
Reduktion		11 %	24 %	46 %	65 %

Figur 4.3. Reduktion i vandføringsevnen, når ledningens dimension nedsættes.

Når kapacitet af en faldstamme overskrides, er det ensbetydende med en stor risiko for, at vandlåsene udsuges i ledningssystemet. Figur 4.3 viser tydeligt, at det er ekstremt vigtigt, at faldstammer, der skal renoveres, renses grundigt, så den indvendige dimension af ledningen nedsættes mindst muligt ved renoveringen.

Ledningsplacering	**Indvendig diameter d_i mm**	**Stående ledning uden liggende del**		**Liggende ledning (såvel udluftede som ikke-udluftede ledninger)**
		Udluftet	Ikke-udluftet	
I bygning	$75 \leq d_i \leq 80$	2 wc'er anbragt på hver sin etage	1 wc	1 wc
	$80 < d_i \leq 95$	7 wc'er anbragt på hver sin etage i et 7-etagers hus eller 2 wc'er pr. etage i et 5-etagers hus	1 wc	1 wc
	$80 < d_i \leq 95$	Ingen begrænsninger ud over de kapacitetsmæssige		
I jord	$75 \leq d_i \leq 95$	Wc-tilslutning ikke tilladt		
	$d_i > 95$	Ingen bemærkninger ud over de kapacitetsmæssige		

Figur 4.4. Begrænsninger i antal wc'er tilsluttet spildevandsledninger (fra DS 432, Afløbsinstallationer).

Under alle omstændigheder bør der altid foretages en vurdering/beregning af kapaciteten, før en faldstamme renoveres.

Eksempel på en dimensionering af en faldstamme
Et ældre etagebyggeri på 5 etager består af 2 lejligheder pr. etage. I hver lejlighed er der et wc, en håndvask, et gulvafløb samt køkkenvask, som er tilsluttet til samme udluftede støbejernsfaldstamme med en dimension på 100 mm.

En dimensionering kan foretages i henhold til DS 432.

Summen af forudsatte spildevandsstrømme for en lejlighed kan beregnes til:

Wc:	1,8 l/s
Håndvask	0,3 l/s
Gulvafløb	0,9 l/s
Køkkenvask	0,6 l/s
$\sum Q_{sf}$ =	3,6 l/s

Den samlede sum af forudsatte spildevandstrømme for hele ejendommen bliver:

$\sum Q_{sf}$ = 10 x 3,6 l/s = 36 l/s.

Den dimensionsgivende spildevandsstrøm findes i figur 1 i DS 432 til:

Q_{sd} = 2,8 l/s.

Den nødvendige indvendige dimension af faldstammen findes i figur 3 i DS 432 til:

D = 86 mm

Da installationerne er tilsluttet til en støbejernsfaldstamme med en indvendig dimension på 100 mm, er kapaciteten tilstrækkelig.

Ejeren af ejendommen beslutter, at der skal foretages en renovering af alle lejlighederne.

Der installeres nye køkkener med indbygget opvaskemaskine. Badeværelserne renoveres og forsynes med vaskesøjle og bruser. Bruseren og den eksisterende håndvask tilsluttes et nyt gulvafløb.

Summen af forudsatte spildevandsstrømme for en renoveret lejlighed kan beregnes til:

Wc:	1,8 l/s
Bruser + håndvask:	0,7 l/s
Vaskemaskine:	0,6 l/s
Opvaskemaskine:	0,6 l/s
Køkkenvask:	0,6 l/s
$\sum Q_{sf}$ =	4,3 l/s

Den samlede sum af forudsatte spildevandstrømme for hele ejendommen bliver:

$\sum Q_{sf}$ = 10 x 4,3 l/s = 43 l/s.

Den dimensionsgivende spildevandsstrøm findes i figur 1 i DS 432 til:

Q_{sd} = 3,1 l/s.

Den nødvendige indvendige dimension af faldstammen findes i figur 3 i DS 432 til:

D = 89 mm.

Ejendommes Ø100 støbejernsfaldstammer har stadig en tilstrækkelig kapacitet.

Hvis de beslutter at renovere faldstammerne, fx med en strømpeforing med en godstykkelse på 3 mm, vil den renoverede faldstamme få en indvendig dimension på 94 mm. Dvs., at kapaciteten stadig er i orden.

Men hvis der er mange afsætninger/aflejringer i faldstammen, og den ikke bliver renset grundig inden strømpeforingen, kan man risikere, at den færdige dimension ikke er tilstrækkelig efter renoveringen.

4.5 Kapacitet af renoverede regnvandsnedløb

Dimensionen
I en faldstamme til regnvand kan man regne med et fyldningsforhold på 0,33 I figur 4.5 er vist et eksempel på, hvor meget kapaciteten i et "glat" tagnedløb (stål, zink, plast el.lign.) reduceres ved forskellige reduktioner af tagnedløbets diameter.

Vandføring/dimension	Ø100	Ø95	Ø90	Ø80	Ø70
	10,4 l/s	9,4 l/s	8,1 l/s	5,9 l/s	4,2 l/s
Reduktion		10 %	22 %	43 %	60 %

Figur 4.5. Reduktion i vandføringsevnen, når ledningens dimension nedsættes.

Når kapaciteten af et regnvandsnedløb overskrides, vil der ske en opstemning af regnvand i tagrenderne, som herefter vil løbe over. Hermed vil der være en forøget risiko for opfugtning af lavereliggende bygningsdele som fx sokler, kældervægge mv.

Eksempel på dimensionering af en regnvandsnedløb
En boligblok måler 80 x 20 m og har 6 indvendige tagnedløb. Hvert tagnedløb er af rustfrit stål med en dimension på Ø75 (indvendig dimension på Ø73).

En dimensionering kan foretages i henhold til DS 432.

Det samlede tagareal bliver 80 x 20 m = 1600 m^2. Hvert af de 6 tagnedløb skal herved afvande 1/6 af det samlede tagareal.

Tagareal pr. tagnedløb: 1600/6 m^2 = 266,67 m^2

Den dimensionsgivende regnvandsstrøm pr. tagnedløb, der afvandes til et separatsystem med en klimafaktor på 1,1, bliver:

Q_{rd} = 0,012 l/s/m^2 x 266,67 m^2 x 1,1 = 3,5 l/s

Den mindste indvendige dimension bestemmes af figur 7 i DS 432 til:

D_i = 66 mm

Hvis tagnedløbet renoveres med en foring med en godtykkelse på 3 mm, bliver den indvendige dimension efter renoveringen:

D_i = 73 – 6 mm = 67 mm

Kapaciteten af tagnedløbet er således tilstrækkelig efter en renovering.

Enkelttab
En faldstammes kapacitet påvirkes også af enkelttab. Hvis der i forbindelse med en renovering forekommer fx indsnævringer ved stiktilslutninger, uens tværsnit (folder) i bøjninger og grenrør mv., vil det påvirke ledningens kapacitet negativt.



Figur 4.6. Folder, indsnævringer mv. vil påvirke faldstammens kapacitet negativt.

Det virker alligevel
Faldstammer renoveres ofte, enten fordi der er huller og udsivning fra faldstammen, eller fordi vandlåsene jævnligt bliver udsuget. Det viser sig ofte, at faldstammen har fungeret gennem lang tid, selvom der har været massive aflejringer på rørvæggene. Dette skyldes, at der ofte er en vis overkapacitet i faldstammen fra ny, og derfor kan den fungere, også selvom den indvendige dimension nedsættes kraftigt.

Ved en renovering mindskes tværsnittet på en faldstamme. Man skal derfor altid på forhånd sikre sig, at kapaciteten er tilstrækkelig efter en renovering.

5 Udskiftning af faldstammer

5.1 Total udskiftning af faldstammer og sideledninger

Forundersøgelser
Forundersøgelser forud for en udskiftning af faldstammerne er vigtige, for at kvaliteten af det udførte arbejde bliver tilfredsstillende.

Er ledningerne egnet til udskiftning?
Tilgængeligheden af de stående og liggende ledninger er afgørende for, om systemet er egnet til en hel udskiftning. Det er derfor vigtigt, at det eksisterende system gennemgås nøje. Ikke-tilgængelige faldstammer vil altid medføre en lang arbejdstid og store nedbrydningsarbejder i hver lejlighed. Udskiftning af de liggende ledninger vil medføre, at gulve/vægge og etageadskillelser skal hugges op.

Forberedelse i lejlighederne
Der skal være adgang til alle installationer inde i lejlighederne. En total udskiftning vil kræve, at gulve/vægge og etageadskillelser hugges op. Der skal derfor tages stilling til de gener, som det medfører for beboerne.

Rensning
Rensning af de stående og liggende ledninger er uden betydning ved en udskiftning.

Inspektion
Da de stående og liggende ledninger fjernes, er det ikke nødvendigt at lave en TV-inspektion af tilstanden i de eksisterende ledninger før en udskiftning. Det er dog vigtigt at få fastlagt den nøjagtige ledningsføring af hele systemet, dels ved en udvendig inspicering, dels ved en gennemgang af tegninger.

Installation
Ved en total udskiftning fjernes alle lodrette og vandrette ledninger ved ophugning i lofter, vægge og gulve. De gamle faldstammer og vandrette ledninger erstattes af nye rør. Tilslutningerne til de stående ledninger udføres med traditionelle grenrør.

Materialer
Udskiftningen udføres med de materialer, som normalt benyttes til afløbsledninger i bygning – normalt plast, men det kan også være støbejern eller rustfrit stål.

Fordele og ulemper
Ved en udskiftning, hvor der benyttes fabriksfremstillede produkter, vil produkterne i de fleste tilfælde være gennemtestede, fx i forbindelse med de forskellige mærkningsordninger. Brugerne vil derfor kunne forvente en garanteret levetid på 50-100 år.

Ved en udskiftning får man et nyt ledningssystem. Desuden har man mulighed for at forøge kapaciteten af systemet ved at øge dimensionerne.

En ulempe er de meget store gener for beboerne, dels pga. den forholdsvis lange installationstid, dels fordi det er nødvendigt at hugge gulve/vægge samt etageadskillelserne op.
En ophugning af gulve/vægge kan ligeledes give udfordringer med arbejdsmiljøet, så som asbest og/eller PCB.

5.2 Delvis udskiftning

Ved en delvis udskiftning udskiftes de stående ledninger/faldstammerne, mens de liggende ledninger renoveres, fx med en strømpeforing eller en coating.

Det kan også være relevant at renovere de stående ledninger og udskifte de liggende.

Tilslutning til de stående ledninger kan udføres med:

- Et præfabrikeret grenrør
- Et overgangsprofil eller
- Ved at fortsætte coatningen af sideledningen ud i den stående ledning. I dette tilfælde bør entreprenøren kunne dokumentere tætheden mellem faldstamme og coatning

Forberedelse i lejlighederne
Der skal være adgang til alle installationer inde i lejlighederne. En delvis udskiftning vil kræve, at etageadskillelser hugges op. Renovering af sideledningerne kan medføre, at det kan blive nødvendigt at hugge enkelte installationer op i lejlighederne. Der skal derfor tages stilling til de gener, som det medfører for beboerne.

Materialer
Udskiftningen af de stående ledninger udføres med de materialer, som normalt benyttes til afløbsledninger i bygning – normalt plast, men det kan også være støbejern eller rustfrit stål.

Ved udskiftningen af de liggende ledninger benyttes enten en strømpe af hærdeplast, som imprægneres, føres ind i sideledningen og hærder af, eller coatning påføres direkte på den indvendige overflade af de liggende ledninger.

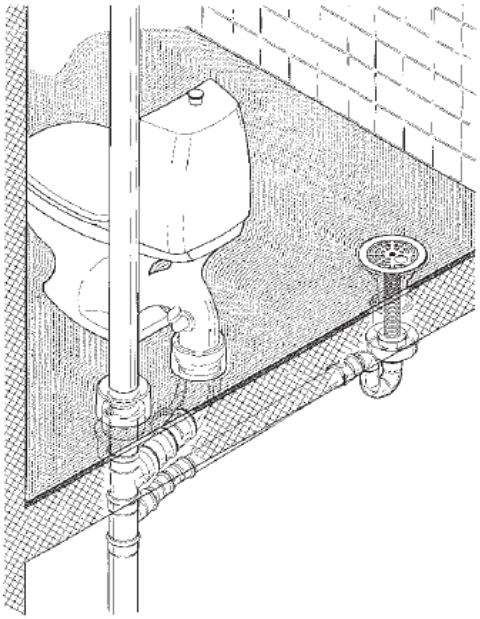
Fordele og ulemper
Ved en udskiftning af de stående ledninger, hvor der benyttes fabriksfremstillede produkter, vil produkterne i de fleste tilfælde være gennemtestede, fx i forbindelse med de forskellige mærkningsordninger. Brugerne vil derfor kunne forvente en garanteret levetid på 50-100 år.

Udskiftningen er ikke afhængig af tilstanden af den eksisterende faldstamme eller rengøring af systemet. Desuden har man mulighed for at forøge kapaciteten af de stående ledninger ved at øge dimensionerne.

En ulempe er gener for beboerne, dels pga. den forholdsvis lange installationstid, dels fordi det vil være nødvendigt at hugge etageadskillelserne op.

5.3 Udskiftning til faldstammer med mindre dimension

Ved en udskiftning af faldstammerne til en mindre dimension, fjernes de eksisterende faldstammer mellem etagerne og erstattes af nye med en mindre dimension. Det gør det muligt at benytte de gamle faldstammer som etagegennemføringer. De liggende ledninger udskiftes typisk ved at lave en ny rørføring under loftet i den underliggende lejlighed og tilslutte dem til den stående ledning ved at benytte traditionelle grenrør, se figur 5.1.



Figur 5.1. Faldstammerenovering, hvor faldstammen udskiftes medmindre rør i rustfrit stål, og sideledninger udføres under loftet.

Materialer
Til systemet, hvor man udskifter faldstammerne til en mindre dimension, anvendes rustfrie stålrør med en dimension på Ø82 mm.

Fordele og ulemper
Ved en udskiftning, hvor der benyttes fabriksfremstillede produkter, vil produkterne i de fleste tilfælde være gennemtestede, fx i forbindelse med de forskellige mærkningsordninger. Brugerne vil derfor kunne forvente en garanteret levetid på 50-100 år.

I mange tilfælde vil det være muligt at udskifte faldstammerne uden ophugning af gulve/vægge og etagegennemføringer.

En ulempe ved systemet er den mindre dimension, der sætter begrænsninger for, hvor mange etager der kan renoveres, samt hvor mange toiletter der kan tilsluttes på hver etage. En udskiftning af faldstammer til en mindre dimension kræver normalt også udskiftning af de eksisterende wc'er til wc'er med lavt skyl.

5.4 Kombination af udskiftnings- og renoveringssystemer

Hvis man vil kombinere 2 eller flere systemer, fx udskifte de stående ledninger og renovere de vandrette, bør entreprenøren kunne fremlægge dokumentation for vedhæftningen/tætheden mellem de forskellige systemer.

5.5 Efterarbejde

For alle udskiftningsmetoder gælder, at der efter installation evt. bør foretages en TV-inspektion af hele det udskiftede anlæg for at kontrollere, om det er udført korrekt.

Der skal ligeledes foretages en visuel gennemgang af alle synlige overflader.

6 Renoveringsmetoder

6.1 Forundersøgelser

Forundersøgelser i forbindelse med renovering af faldstammer er vigtige, for at kvaliteten af det færdige produkt bliver tilfredsstillende. Før der gives et tilbud på renovering af faldstammer i et boligkompleks, er det ikke muligt at gennemføre en forundersøgelse af alle faldstammer for at få et overblik over de løsninger, der skal vælges, og de problemer, der kan opstå. Derfor er det normalt, at man undersøger et par faldstammer og derefter giver et tilbud med nogle standardforbehold, fordi der altid viser sig er være forhold, som man ikke har kunne forberede sig på.

Forundersøgelser skal også indbefatte arbejdsmiljø og sikkerhed, fordi man ved renoveringsarbejder arbejder i trange rum, fx på lofter, og på udsatte steder, fx på tage.

Er ledningerne egnede til renovering?
Retningsændringer, dimensionsændringer, ledningsføring, materialer samt antal og type af vandlåse (er det S-vandlåse eller P-vandlåse) vil kunne påvirke arbejdet. Det er derfor vigtigt, at tegninger over afløbssystemet gennemgås nøje. Man skal også være opmærksom på, at tegningerne ikke stemmer overens med virkeligheden.



Figur 6.1. Eksempel på P-vandlås og S-vandlås. S-vandlåse benyttes sjældent i etagebyggerier.

TV-inspektion
Der kan med fordel udføres en TV-inspektion i forbindelse med en vurdering af, om faldstammerne er renoveringsegnede. TV-inspektionerne kan evt. udføres på et udvalg af de faldstammer, som skal renoveres.

Ved inspektionen kan man vurdere faldstammens indvendige tilstand, fx omfang og type af aflejringer, revner/brud, overfladebeskadigelser mv. Det er faktorer, som kan have stor betydning for, om ledningen kan renoveres, og hvilke renoveringsmetoder der egner sig bedst.

Det er dog vigtigt at understrege, at der ofte kan være skader på faldstammen, som man ikke kan se på en TV-inspektion. Især hvis faldstammen ikke er renset, før man foretager TV-inspektionen.

Det kan derfor være en fordel, at der foretages en ”skånsom” rensning af faldstammerne, før der udføres TV-inspektioner til vurdering af tilstanden. Man skal dog være meget opmærksom på, at man med en for ”hård” rensning risikerer at lave yderligere skader på faldstammen.

I sådanne tilfælde vil en forundersøgelse med henblik på at vurdere faldstammens tilstand typisk alene blive baseret på følgende faktorer:

- Alder
- Rustudfældninger på ydersiden
- Historik – tidligere reparationer
- Beboerobservationer
- Registrerede driftsproblemer



Figur 6.2. Her ses en synlig, udvendig rustudfældning.

Forberedelser i lejlighederne
I forbindelse med forundersøgelser kan det ofte være nødvendigt at få adgang til udvalgte lejligheder for at få overblik over de nødvendige forarbejder.

Wc-skåle, vakuumventiler etc. afmonteres, så der er adgang til hele systemet.

Der skal tages stilling til eventuelle problemer med støv/snavs/lugt i lejlighederne. Hvis der benyttes systemer, der anvender materialer, der kan give lugtgener under renoveringen, skal beboerne orienteres om dette, og der skal eventuelt etableres ventilation i lejlighederne.

I kælder kan synlige ledninger evt. udskiftes.



Figur 6.3. Synlige ledninger i kælder kan udskiftes i stedet for at blive renoveret.

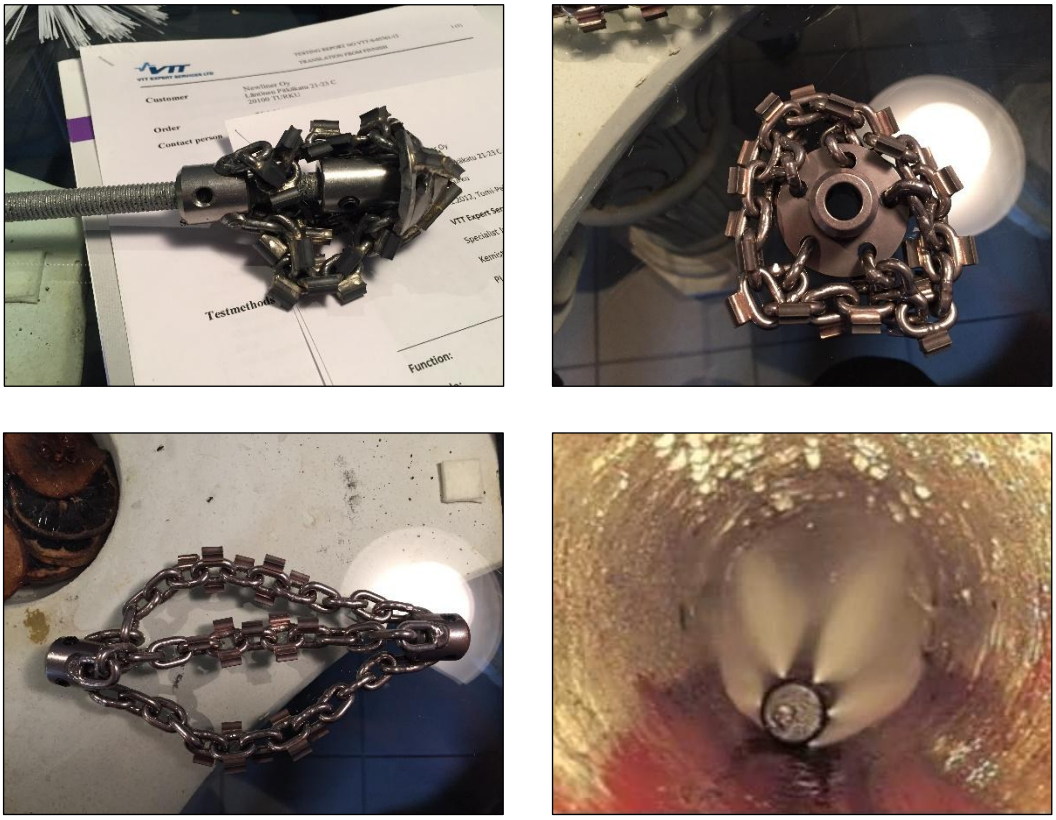
Rensning
Rensning af ledninger der skal renoveres, er helt afgørende for kvaliteten af det færdige resultat.

Rensningen af den indvendige overflade foretages med spuling eller evt. ved gennemskylning med varmt vand ved dårlige faldstammer.



Figur 6.4. Faldstamme med faste aflejringer og fedt/rust mm.

Ofte vil det ikke være tilstrækkeligt med en højtryksspuling, og det kan blive nødvendigt at supplere med en mekanisk rensning. Den mekaniske rensning udføres med roterende kæder og er i stand til at fjerne faste/hårde aflejringer og rust.



Figur 6.5. Rensning kan foretages med kæder eller med højtryksspuling.

Hvis der på faldstammen optræder større gennemtæringer, eller hvis faldstammen generelt er i dårlig stand, risikerer man at forværre skaderne, hvis der spules med for højt tryk. Man kan ofte høre på "klangen" på en støbejernsfaldstamme, om den har revner.



Figur 6.6. Faldstammer med større huller og gennemtæringer kan være vanskelige at rense.

De forskellige renoveringsmetoder kræver forskellig grad af rensning af faldstammerne.

Det er derfor svært at beskrive en generel rensningsgrad, men ofte vil en coating kræve en grundigere rensning end en strømpeforing. Det er dog vigtigt, at de enkelte entreprenører har en klar beskrivelse af, hvornår en faldstamme eller en sideledning er tilstrækkeligt godt renset til, at den planlagte renovering kan foretages.



Figur 6.7. Eksempler på renoveringer udført i en faldstamme, der ikke er renset.

Inspektion
Efter rensning af ledningen foretages en indvendig og evt. udvendig inspektion af faldstammen. Den indvendige inspektion foretages med TV-inspektionsudstyr og har til formål at dokumentere, at den indvendige overflade er rengjort i overensstemmelse med kravene til den enkelte renoveringsmetode. TV-inspektionen skal udføres i en kvalitet, der gør det muligt at kontrollere rensningen. Dokumentationen skal gemmes sammen med KS-materialet. Samtidig kontrolleres det, at der ikke er nogen indvendige skader på faldstammen. Inspektionen skal kunne dokumenteres ved en optagelse af TV-inspektionen.



Figur 6.8. Sådan ser en perfekt renset faldstamme ud.

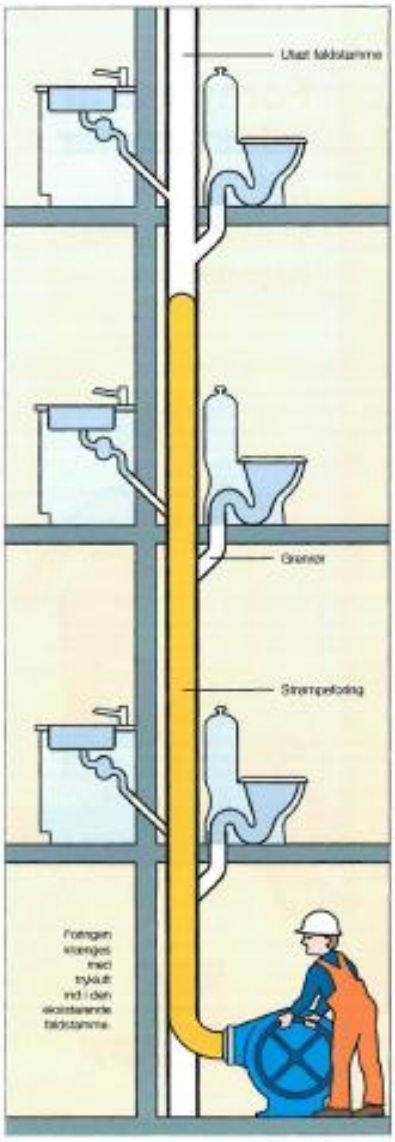
Den udvendige inspektion foretages visuelt, hvor faldstammen kontrolleres for større gennemtæringer eller andre utætheder. Hvis der observeres større gennemtæringer/huller i faldstammen, skal disse lukkes, inden renoveringen påbegyndes.

Projektdialog
Det er vigtigt, at der gennem et renoveringsforløb løbende er en konstruktiv dialog mellem bygherre/rådgiver og entreprenøren. Hvis det fx viser sig, at der er steder i systemet, hvor det ikke er muligt at udføre renoveringen, er det vigtigt, at entreprenøren gør opmærksom på dette, og at der laves aftaler med bygherren/rådgiveren om, hvordan problemet skal håndteres.

6.2 Installation

6.2.1 Strømpeforing

Ved renovering med en strømpeforing installeres en strømpe af filt eller glasfiber. Strømpen imprægneres med en hærdeplast. Den imprægnerede strømpe trykkes eller trækkes ind i den eksisterende ledning. Efter indføring sættes strømpen under tryk, og den hærdes efterfølgende ved at tilsætte energi i form af varme/lys eller ved koldhærdning. Når strømpeforingen er hærdet, åbnes stikkene indefra med en cutter eller et bor/skærehoved. Herefter kan de vandrette ledninger fores med en strømpe, der er så fleksibel, at den kan komme igennem vandlåse.

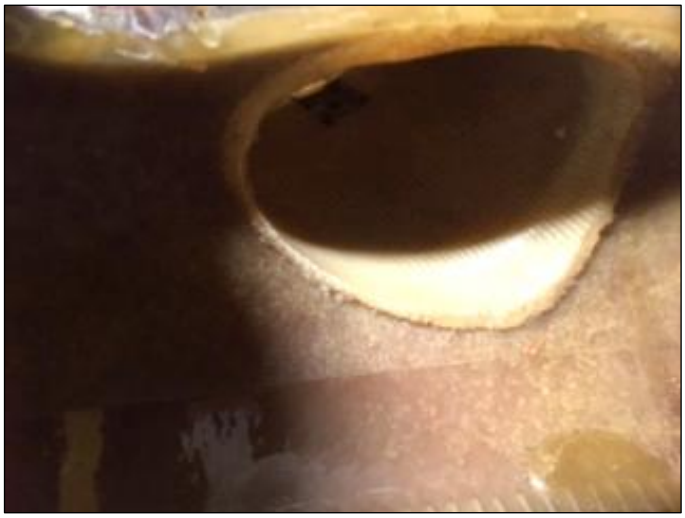


Figur 6.9. Installation af en strømpeforing. Posen indføres med trykluft og hærdes ved at tilføre varme/lys, mens posen holdes under tryk.

Overgangen mellem den stående og liggende ledning kan tætnes med en overgangsprofil, grenforstærkning eller med kantlimning. Ved tilførsel af energi vil overgangen typisk hærder i løbet af 2-3 timer, og systemet er klar til brug umiddelbart efter udhærdning. Hvis der ikke tilføres energi, vil udhærdningstiden være noget længere.

Nogle strømpeforingssystemer er er så fleksible, at man under installationen kan udvide eller reducere dimensionen på foringen, så man kan komme igennem dimensionsændringer og vandlåse, uden at der opstår folder. Systemerne går under betegnelsen fleksible strømpeforinger eller 3D-strømper. Når de benyttes, er det vigtigt, at installatøren følger leverandørens installationsvejledninger for at sikre, at foringen får den ønskede godstykkelse.





Figur 6.10. Tilslutning af sidegren til faldstamme med kantlimning.

Materialer
Til strømpeforinger anvendes ofte en filt- eller glasfiberstrømpe, der er imprægneret med hærdeplast, som efter udhærdning vil danne et fleksibelt, selvbærende rør. Godstykkelsen af det færdige produkt vil være min. 3 mm.

Fordele og ulemper
Fordelene ved strømpeforing er, at slutproduktet danner et selvbærende rør med en jævn, elastisk overflade. Da renoveringen danner et selvbærende rør, er metoden ikke afhængig af materialets vedhæftning til faldstammen. Metoden kan ligeledes udføres, hvis der er huller i faldstammen. Hatprofilerne kan, hvis de ikke er installeret korrekt, medføre skarpe kanter eller folder, der medfører strømningsforstyrrelser og dermed en reduceret kapacitet.

Hvis faldstammen ikke er renset godt nok, kan gamle aflejringer bag strømpeforingen indsnævre tværsnittet og nedsætte kapaciteten yderligere.

6.2.2 Coating
Ved renovering med coating påføres flere lag materiale (3-4) i den rengjorte faldstamme. Coatningen vil til sidst udgøre et selvbærende rør.

Materialet påføres den rensede og tørrede ledning med en roterende dyse, der slynger materialet ud på den indvendige overflade i faldstammen. Det kan også påføres med en børste, hvor materialet pumpes frem og fordeles ved rotation af børsterne. Dysen eller børsten trækkes manuelt eller automatisk op gennem enten hele faldstammen eller en etage ad gangen, hvor man starter i den bagerste installation på den liggende ledning. Arbejdet overvåges af et kamera, der er monteret på dysen. Påføringen sker i lag på ca. 1 mm 3 til 4 gange, så det færdige produkt opnår en godstykkelse på min. 3 mm. Hvert lag skal normalt have tid til at tørre (typisk 1-2 timer), før det næste lag påføres.



Figur 6.11. Eksempler på coating.

Som regel renoveres hele den lodrette del af faldstammen først. Herefter renoveres de vandrette dele. Udstyret føres ind ved den bagerste installation og skubbes helt ud til den lodrette del. Her påbegyndes påføringen af materialet, mens udstyret manuelt eller automatisk trækkes tilbage.

For at sikre en tilpas udhærdning af produktet, skal den deklarerede tørretid overholdes. Det betyder, at der skal gå 1-2 timer mellem hver påføring af materiale. Dette skal noteres i KS-systemet og bør kontrolleres med en TV-inspektion mellem hver påføring.

Når hele systemet er renoveret, skal materialet hærde 1-6 timer, før installationerne kan tages i brug.

Samlingerne mellem faldstammen og grenrør udføres ved, at coatingen af de vandrette ledninger overlapper coatingen af de lodrette ledninger.

Materialer
Der anvendes en hærdeplast, der evt. er forstærket med glasfiber, som efter udhærdning vil danne et fleksibelt, selvbærende rør. Godstykkelsen af det færdige produkt vil være min. 3 mm.

Fordele og ulemper
Fordelen ved metoden er, at slutproduktet danner et selvbærende rør med en jævn og elastisk overflade.

Af ulemperne ved metoden kan nævnes, at metoden stiller store krav til installatørernes kompetencer. Hvis materialet ikke har den rigtige konsistens, hvis påføringen ikke bliver udført grundigt, eller hvis ledningen ikke er helt tør, kan man risikere, at materialet begynder at ”løbe” inde i faldstammen, så tykkelsen bliver uens, se figur 6.12.

Hvis faldstammen ikke er renset godt nok, kan gamle aflejringer bag coatingen indsnævre tværsnittet og nedsætte kapaciteten yderligere.



Figur 6.12. Eksempel, hvor coatingen er løbet ned i bunden af en vandlås.

6.3 Kombination af flere forskellige renoveringssystemer

Ofte kan det være nødvendigt at kombinere 2 eller flere forskellige systemer – fx hvis der i et faldstammesystem er mange bøjninger/dimensionsændringer, som det kan være vanskeligt at renovere med nogen af systemerne.

I de tilfælde hvor der benyttes 2 eller flere systemer, bør entreprenøren kunne fremlægge dokumentation for vedhæftningen (levetiden) mellem de 2 forskellige produkter (se kapitel 9).

6.4 Efterarbejde

For alle metoderne gælder, at der efter installationen skal foretages en TV-inspektion af hele det renoverede anlæg, altså både faldstamme og sidetilslutninger. For at kunne dokumentere kvaliteten af de renoverede faldstammer, afgreninger, retningsændringer og vandlåse med TV-inspektion, kan det være nødvendigt at udføre TV-inspektionen med optagelse fra begge sider pga. skyggevirkningerne. Det er vigtigt, at TV-inspektioner udføres i en kvalitet, der gør det muligt at vurdere kvaliteten af den udførte renovering.

Der skal ligeledes foretages en visuel gennemgang af alle synlige, udvendige overflader.

Under rensning i forbindelse med forarbejdet kan man risikere, at der kommer nogle aflejringer i fodbøjningen og den liggende ledning efter fodbøjningen. Det kan derfor være nødvendigt at rense fodbøjningen og de efterfølgende ledninger efter renoveringen, inden ledningssystemet tages i brug.

7 Kriterier for valg af metode

Når man som bygherre eller rådgiver skal vælge mellem at foretage en udskiftning, en delvis udskiftning eller en renovering af faldstammerne, er der en række overvejelser, man bør foretage, før valget træffes. Hvis valget falder på en renovering, er der yderligere en række overvejelser, man skal igennem, før man kan vælge mellem de forskellige metoder.

Overvejelserne dækker bl.a. andet:

- Økonomi inkl. følgeomkostninger
- Arbejdsmiljø og sikkerhed
- Gener for beboerne
- Levetid for udskiftning/renovering
- Ledningssystemernes tilstand
- Systemets opbygning og tilgængelighed til faldstammerne
- Antal tilslutninger, typer af vandlåse, liggende dele af faldstammer mv.
- Resistens
- Nødvendige dimensioner af faldstammen

7.1 Valg mellem renoveringsmetoderne

Økonomi
Økonomien i en renovering/udskiftning afhænger af en lang række faktorer. Af eksempler kan nævnes faktorer som levetid, installationstid, tilgængelighed, følgeomkostninger til murere/tømrere, VVS'ere, gener for beboere etc.

Installationsomkostningerne for de forskellige renoveringsmetoder vil være afhængige af en lang række faktorer som fx systemets udformning, tilstanden af faldstammesystemet, installationstiden og tilgængeligheden af systemet. Det er alle faktorer, som har betydning for installationstiden samt installationsomkostningerne.

Arbejdsmiljø og sikkerhed
Ved en udskiftning af faldstammerne vil opsætningen af de nye faldstammer ikke stille specielle krav til arbejdsmiljøet, da der hovedsageligt arbejdes med fabriksfremstillede materialer. Der kan dog være tilfælde – fx hvis etagegennemføringer er udført med sundhedsskadelige materialer (fx asbest eller PCB) – hvor der skal etableres arbejdsmiljømæssige foranstaltninger for installatørerne.

Ved en renovering vil der typisk blive arbejdet med epoxy/opløsningsmidler eller lignende. Mange af disse produkter må betegnes som giftige. Det vil derfor kræve, at installatørerne, der foretager renoveringen, har udførligt kendskab til arbejdet med disse materialer, har gennemført kurser i håndtering af produkterne, samt at der foretages særlige arbejdsmiljømæssige foranstaltninger under udførelsen.

Desuden indebærer arbejdet ofte, at der skal arbejdes på lofter og i snævre rum, hvor det kan være vanskeligt at håndtere installationsarbejdet – eller på tage, fordi installationen skal foregå gennem udluftningsledninger, der er ført over tag. Dette kræver særlige tiltag vedrørende både arbejdsmiljø og sikkerhed.

Gener for beboer
En udskiftning af faldstammerne vil i langt de fleste tilfælde ske over en længere periode end en renovering. Generne for beboerne vil derfor være væsentlig større eller længerevarende ved en udskiftning. I tilfælde af en udskiftning vil beboerne ikke have mulighed for at benytte deres installationer. Det vil derfor være nødvendigt at stille midlertidige velfærdsforanstaltninger til rådighed for beoerne, typisk i form af toiletvogne. Arbejdet betyder også, at der skal udføres nye gennemføringer, tilslutninger/udskiftning af installationer mv. med de dertilhørende støv-, støj- og eventuelle asbest- og PCB-gener.



Figur 7.1. Installationer må ikke benyttes under renoveringen/udskiftningen.

En renovering vil i langt de fleste tilfælde kunne udføres i et kortere tidsrum end en udskiftning. Beboerne vil dog ikke have mulighed for at anvende deres installationer i renoveringsperioden. Det vil derfor være nødvendigt at stille midlertidige velfærdsforanstaltninger til rådighed.



Figur 7.2. Midlertidige velfærdsforanstaltninger.

Renoveringen vil som oftest skulle udføres fra en installation inde i lejligheden, uden at gulve mv. skal hugges op. Installationsudstyret opstilles tæt på installationerne med de dertil hørende støj-/lugtgener.

Det, der adskiller gener for beboerne ved de forskellige renoveringsmetoder, vil primært være installationstiden. For alle systemerne gælder, at beboerne ikke vil kunne anvende deres installationer i installationsperioden.

Levetid
Når der skal vælges mellem renovering og udskiftning eller mellem de forskellige renoveringsmetoder, er det vigtigt at have levetidsbegrebet i baghovedet.

I første omgang skal man beslutte, om man kan leve med en kortere levetidsforlængelse (typisk 5 til 10 år), eller om man ønsker en renovering/udskiftning med en forventet levetid på 50+ år.

Begrebet levetidsforlængelse benyttes, hvis man fx kun vælger at udbedre enkelte fejl i faldstammerne. Det kan fx være lokale utætheder, der tætnes med en partliner (en kort strømpeforing), eller hvis man vælger at renovere med et system, der har en kortere levetid.

Man skal være opmærksom på, at hvis en faldstamme udbedres med for mange reparationer, kan man risikere, at en egentlig renovering af hele faldstammen bliver vanskelig, og at en udskiftning bliver det eneste alternativ.

Levetid ved udskiftning
Ved en udskiftning, hvor der benyttes fabriksfremstillede og gennemtestede produkter, vil man kunne forvente en levetid på 50-100 år.

Levetid ved renovering
Levetiden af renoveringsmetoderne (fornyelse) er afhængig af langt flere faktorer end ved en udskiftning, fx:

- Renoveringssystem
- Installationsprocedure
- Materiale
- Forarbejde

Alle disse faktorer har indflydelse på det færdige produkt og dermed levetiden.

For alle renoveringssystemer gælder, at installatørernes kompetencer/erfaring er meget afgørende for kvaliteten, fx:

- For *strømpeforing* vil levetiden fx afhænge af, om imprægneringen og udhærdningen er foretaget i overensstemmelse med installationsmanualerne
- For *coating* er det vigtigt, at den indvendige overflade er rengjort og tør. Materialet skal påføres i den rigtige mængde og med den korrekte hastighed og støbevinkel, og materialet skal have den nødvendige tid til at hærde mellem påføringerne

Når levetiden af en renoveringsmetode skal vurderes, bør installatøren altid kunne fremlægge dokumentation for produktets levetid i form af testrapporter/-resultater (se kapitel 9) samt dokumentation for, at både forarbejder, installation og efterarbejder er udført korrekt, fx i form af KS-dokumentation.

Tilstand af faldstammen
Tilstanden af faldstammen er meget afgørende for valget mellem en udskiftning og en renovering. En tilstandsvurdering af en faldstamme bør altid foretages på baggrund af en visuel gennemgang samt en TV-inspektion.

En god indikator for, om en faldstamme kan renoveres, er muligheden for rengøring af faldstammen. Da forarbejdet/rengøringen er en meget afgørende faktor for kvaliteten af en renovering, bør faldstammer, som er i en tilstand, der gør dem svære at rengøre, uden at de falder fra hinanden (og samtidig er let tilgængelige), altid udskiftes.



Figur 7.3. Rustudfældninger udvendigt og indvendigt i faldstammer.

Ved gennemtæringer/utætheder i faldstammen kan der godt benyttes en renoveringsmetode under forudsætning af, at det er muligt at foretage en midlertidig tætning af utæthederne under renoveringen.

Fælles for alle renoveringssystemer gælder således, at faldstammen skal have en tilstand, der gør det muligt at rengøre den. Derudover skal være adgangsforhold, som gør det muligt at få plads til installationsudstyret:

- *Strømpeforing*: Faldstammen skal have en styrke, der kan optage installationstrykket. Faldstammer med gennemtæringer/utætheder kan godt strømpefores, evt. ved brug af en preliner (en tynd foring af plast, som indføres i faldstammen før den egentlige strømpeforing)
- *Coating:* Faldstammens indvendige overflade skal efter rengøringen være jævn, fuldstændig tør og uden rustsplinter eller andre skarpe aflejringer. Hvis der optræder mindre gennemtæringer/utætheder, skal det være muligt at tætne dem midlertidigt under installationen (evt. med en punktreparation eller punktvis udskiftning)

Type af faldstammer (køkken/toilet/regnvand)
Der vil ofte være stor forskel på de indvendige belægninger i forskellige typer af faldstammer.

I en køkkenfaldstamme vil der ofte være kraftige, hårde fedtaflejringer, som det er svært at fjerne. Det kan kræve forskellige typer af rensemetoder, før den indvendige overflade bliver jævn uden rustsplinter eller andre skarpe aflejringer. Det vil i langt de fleste tilfælde være nødvendigt at fjerne alle aflejringer, så faldstammen stadig har den nødvendige dimension til at sikre den nødvendige kapacitet.



Figur 7.4. I køkkenfaldstammer er der ofte mange aflejringer.

I en toiletfaldstamme vil der som regel være en tynd belægning med kloakhud, som nemt kan fjernes i forbindelse med rengøring.

På *regnvandsnedløb* vil der som oftest ikke være nogen belægninger/aflejringer. Ved regnvandsfaldstammer, hvor der er tilsluttet altanafløb, vil der være mange stiktilslutninger.

Mange tilslutninger stiller krav til de enkelte systemer, fordi tilslutningerne skal være tætte.

Valg mellem renovering og udskiftning vil derfor primært være et spørgsmål om levetid og økonomi.

Adgangsforhold til faldstammen
For alle systemer gælder, at adgangsforholdene til faldstammen skal gøre det muligt at foretage de nødvendige inspektioner af faldstammen - før, under og efter en renovering. Det skal ligeledes være muligt at få plads til installationsudstyret.

Ofte vil det være nødvendigt at få adgang til tage, lofter, skakte eller andre vanskelige arbejdsområder. I sådanne tilfælde er det vigtigt, at bygherre/entreprenør sikrer, at arbejdsmiljøet er sikkert og forsvarligt, fx ved at opsætte rækværk, stilladser eller anden sikring.



Figur 7.5. Faldstammer kan være vanskelige at komme til. I dette tilfælde var det nødvendigt at anbringe udstyret oppe på et trangt loft.

Antallet af retningsændringer, antallet af stik, vandlåse
Hvis der på faldstammesystemet er mange retningsændringer, dimensionsændringer, stiktilslutninger, typer af vandlåse på sideledninger mv., bør det undersøges, hvilke af renoveringssystemerne der har en fleksibilitet, der gør det muligt at renovere hele systemet inkl. sidetilslutningerne. Nogle af renoveringssystemerne kan have svært ved at renovere gennem specielt skarpe bøjninger samt visse typer vandlåse/gulvafløb. Ligeledes kan dimensionsændringer på sideledningerne være en begrænsning for visse typer af renoveringssystemer.

Visse typer af strømpeforinger har en fleksibilitet, der gør det muligt at gå igennem retningsændringer samt vandlåse, uden at der dannes væsentlige folder.



Figur 7.6. Renovering af vandlåse med strømpeforinger kan medføre folder i bøjningerne.

Ved coating skal installatøren være særligt opmærksom på, at materialet bliver jævnt fordelt ved renoveringer gennem retningsændringer/vandlåse.

Ved coating af liggende ledninger skal installatøren være meget opmærksom på, at materialet ikke løber ned i bunden af ledningen.

For alle systemer bør installatøren kunne dokumentere kvaliteten af renoveringen gennem stik, retningsændringer og vandlåse ved en TV-inspektion.

Resistens
Bygherren skal altid sikre sig, at faldstammerne er resistente over for de påvirkninger, de bliver udsat for i løbet af deres levetid. Man skal sikre sig, at der foreligger dokumentation for, at den indvendige overflade i den udskiftede/renoverende faldstamme kan tåle at blive udsat for bl.a. salte, spildevand med både høje og lave pH-værdier samt temperaturpåvirkninger.

Når resistensen af de enkelte renoveringssystemer skal vurderes, bør installatøren altid kunne fremlægge dokumentation for denne i form af testrapporter/-resultater (se kapitel 9).

Vær altid opmærksom på de forbehold, entreprenøren stiller vedrørende brug af det renoverede system, og få ført forbeholdene ind i de informationer, der gives til brugerne efter renoveringen.

Fabriksfremstillede produkter, der benyttes til en udskiftning, vil i de fleste tilfælde være testet for deres resistens i forbindelse med de forskellige mærkningsordninger.

Dimensioner på faldstammen
Der skal altid udføres en hydraulisk dimensionering af faldstammesystemet, inden renoveringen påbegyndes, så det sikres, at kapaciteten stadig er tilstrækkelig efter renoveringen.

Dimensionen på en faldstamme er bestemmende for kapaciteten af anlægget. Hvis en faldstamme før en renovering/udskiftning er tæt på den maksimale kapacitet, kan man risikere, at den bliver overbelastet efter en renovering.

Ved en renovering med strømpeforing eller coating vil den indvendige dimension typisk blive reduceret med ca. 6 mm, og kapaciteten vil dermed blive reduceret.

Ved en udskiftning vil man få mulighed for at forøge kapaciteten ved at udskifte faldstammesystemet med en større dimension

8 Drift og vedligehold

8.1 Hvad kan systemerne tåle?

Efter en renovering af et faldstammesystem skal brugerne være opmærksomme på, hvad der tilføres faldstammesystemet. Vær derfor opmærksom på de forbehold, entreprenøren har til sit system, og få ført dem med over i anbefalingerne til drift og vedligehold.

Entreprenøren skal udarbejde en skriftlig vejledning, der beskriver, hvordan faldstammesystemet skal vedligeholdes, herunder at systemet ikke må tilføres spildevand med stoffer eller faste partikler, der kan forårsage skader på faldstammesystemet.



Figur 8.1. De fleste renoverede faldstammer tåler ikke kogende vand og kaustisk soda.

Drifts- og vedligeholdelsesvejledningen bør suppleres med en mærkning af faldstammen, hvor det fremgår, at faldstammesystemet er renoveret. Mærkningen anbringes typisk ved renselemmen og i køkkenskabe og skal gøre opmærksom på, at faldstammen er renoveret, så eventuelle fremtidige tilslutninger kan udføres korrekt.



Figur 8.2. Rensemetoder, som ikke alle renoveringsmetoder kan tåle.

Det anbefales, at en drifts- og vedligeholdelsesvejledning som minimum beskriver følgende:

- *Rensning:* Her beskrives, hvordan faldstammesystemet skal renses, herunder hvilke rensemetoder der ikke må benyttes. Fx kan de fleste systemer ikke tåle brug af kaustisk soda, kogende vand eller rensning med skærende værktøjer. Hvis systemet tåler brug af højtryksspuling, bør beskrivelsen indeholde et maksimalt tryk
- *Brug af systemet:* Her beskrives den daglige brug af systemet, herunder hvilke ting som brugerne ikke må tilføre afløbssystemet. Fx vil det ofte give problemer, hvis faldstammesystemet tilføres fritureolie, stearin, maling, kattegrus, gips, betonrester mv. Det er produkter, som generelt ikke må tilføres et kloaksystem. Det bør også beskrives, om systemet kan tåle meget varmt vand, og i givet fald hvor længe
- *Vedligehold af systemet:* Her beskrives, hvordan brugerne løbende skal vedligeholde, det renoverede faldstammesystem

Ved renoverede faldstammesystemer skal det også beskrives, hvordan nye installationer kan tilsluttes systemet, hvordan eksisterende installationer kan fjernes, og hvordan der efterfølgende kan afproppes.

9 Anbefalede test af renoveringsmetoderne

9.1 Baggrund

Da en renovering af faldstammer kan sidestilles med, at man udskifter den indvendige overflade i rørene samt evt. styrker tærede rørvægge, er det vigtigt at kunne dokumentere levetid, tæthed samt resistens over for almindeligt forekommende stoffer i spildevand.

I det nedenstående tages udgangspunkt i de krav til den indvendige overflade i faldstammer/afløbsledninger, som er beskrevet i en række danske og internationale standarder samt Kontrolordning for Faldstammerenoverings tekniske bestemmelser (se referencelisten).

9.2 Overordnede funktionskrav til renoveringsmetoderne

Når en faldstamme skal renoveres, skal man sikre, at den efter renoveringen stadig overholder kravene i Bygningsreglementet. Der bør derfor foreligge dokumentation for, at faldstammen efter en renovering er:

- Tæt i hele den planlagte levetid, både selve faldstammen og tilslutninger (dokumenteres ved testresultater)
- Bestandig over for de kemiske og termiske påvirkninger, den kan udsættes for (dokumenteres ved testresultater af både system og materialer)
- Bestandig over for de mekaniske påvirkninger, den kan udsættes for (dokumenters ved testresultater)
- Har en indvendig dimension, der sikrer en tilfredsstillende bortledning (dokumenteres ved test og beregning)

I det nedenstående er oplistet de test, som vil være relevante at udføre på de enkelte renoveringsmetoder for at dokumentere, at de ovenstående krav er opfyldt, og at kvaliteten dermed er tilfredsstillende.

Testene udføres på både systemet og på de anvendte materialer.

Systemtesten udføres på en testopstilling, hvori systemet er installeret (se bilag 1), og skal dokumentere, at systemet er bestandigt over for det afløbsvand, systemet skal aflede, samt de påvirkninger, det bliver udsat for i dets levetid (varme-/kuldepåvirkning og rensning).

Materialetesten udføres på de anvendte materialer og skal dokumentere, at deres mekaniske egenskaber (stivhed, trækstyrke, bøjeegenskaber mv.) er tilstrækkelige i hele anlægges levetid.

9.3 Anbefalede test

	Egenskab	Metode	Aktuel for
1	Kemisk resistens	Udføres i henhold til bilag nr. 1.2.3	Alle renoveringsmetoder*
2	Resistens mod normalt spildevand	Udføres i henhold til bilag nr. 1.2.2	Alle renoveringsmetoder*
3	Godstykkelse på produktet	Udføres i henhold til bilag nr. 1.2.4	Alle renoveringsmetoder
4	Levetid (temperaturcyklus samt tætheds-prøve af hele systemet inkl. sidetilslutninger)	Udføres i henhold til bilag nr. 1.2.1	Alle renoveringsmetoder
5	Resistens mod mekaniske påvirkninger (højtryksspuling)	Udføres i henhold til bilag nr. 1.2.1	Alle kombinationer af renoveringssystemer
6	Test af kapacitet efter renovering	Udføres i henhold til bilag nr. 1.2.6	Alle kombinationer af renoveringssystemer
7	Ældningstest af de benyttede materialer	Udføres i henhold til bilag nr. 1.3	Alle benyttede materialer*

** Kan evt. dokumenteres af materialeleverandøren.*

Figur 9.1. Test, der er relevante for renoveringsmetoder.



Figur 9.2. Prøvning af et renoveringssystem.

9.4 Sammenfatning

For at dokumentere kvaliteten og dermed levetiden af en faldstammerenoveringsmetode bør ovenstående prøvningsprogram gennemføres som et minimum. Derudover vil det være relevant at udtage prøver til at dokumentere tykkelsen af renoveringen på de udførte

installationer for at sikre, at de overholder producenternes egne krav samt kravene til den indvendige overfalde, som beskrevet i DS/EN 877.

De foreslåede test er identiske med kravene til systemer, der er certificeret af Kontrolordning for Faldstammerenovering, samt de krav, der arbejdes henimod i det igangværende europæiske standardiseringsarbejde.

Det understreges, at de nævnte prøvninger ikke alene er en garanti for, at systemerne har en tilfredsstillende kvalitet. Selve installationsproceduren, herunder forarbejde samt efterarbejde, har også stor betydning for kvaliteten af det færdige produkt.

Producenterne bør derfor have implementeret et kvalitetsstyringssystem, der beskriver hele installationsproceduren samt den efterfølgende kvalitetskontrol.

10 Uddannelse af operatører

At renovere en faldstamme kræver betydelig viden og erfaring.

En faldstammerenovering er autorisationskrævende arbejde, dvs. at de entreprenører, der udfører faldstammerenovering, skal have en VVS-autorisation, og hvis renoveringen fortsætter under gulv mod jord, en kloakmesterautorisation.

Renoveringsmetoderne er dog ikke en del af pensummet i hverken VVS-uddannelsen eller kloakmesteruddannelsen.

Når en entreprenør køber udstyr til en renoveringsmetode, vil producenten af udstyret i mange tilfælde have udviklet et introduktionsforløb. Introduktionsforløbet har typisk en varighed på 5-7 dage, hvor entreprenøren får en grundig indføring i brug af udstyr og får mulighed for at udføre en eller flere renoveringer på en prøvebane.

Herefter vil uddannelsen af renoveringsoperatørerne typisk foregå ude i entreprenørvirksomhederne. En uerfaren installatør bliver oplært af erfarne installatører, dvs. deres uddannelse består i den viden, som de får gennem dels egne og dels andre installatørers erfaringer.

Entreprenører, som arbejder med renovering af faldstammer, skal altid sikre, at medarbejderne får en grundig viden om sikkerhed, arbejdsmiljø, arbejdsmetoder samt det udstyr og de materialer, de arbejder med. Det er fx vigtigt, at medarbejderne får en grundig instruktion i brug af de ofte meget giftige materialer, der benyttes til en renovering. Denne viden skal desuden løbende vedligeholdes i overensstemmelse med udviklingen af nye materialer. På baggrund af denne viden skal medarbejdere være i stand til at benytte de korrekte installationsmetoder, så kvaliteten af det færdige produkt samt medarbejdernes sikkerhed bliver tilfredsstillende.

Det anbefales, at alle entreprenører, der arbejder med renovering af faldstammer, etablerer en praktikperiode for alle nye medarbejdere. Praktikperiodens længde bør afhænge af medarbejdernes personlige kvalifikationer og bør afsluttes med en prøve som bevis på, at medarbejderen har opnået de nødvendige kvalifikationer. Praktikperioden bør dog altid være mindst 3-6 måneder.

Sammenfattende kan man sige, at alle nye medarbejdere som minimum bør uddannes i følgende emner:

- Udstyr og installationsmetoder
- Benyttede materialer
- Sikkerhed og arbejdsmiljø
- Basal viden om afløbsinstallationer
- Praktikperiode på min. 3-6 måneder med en afsluttende intern prøve

11 Kvalitetssikring og kontrol

I forbindelse med gennemførelse af faldstammerenoveringer er der krav om, at entreprenøren skal have et kvalitetsstyringssystem, der sikrer, at den gennemførte renovering får den lovede kvalitet og levetid. Samtidig skal bygherren eller dennes rådgiver have mulighed for at føre tilsyn og kontrollere det udførte arbejde. I de følgende afsnit angives krav til et kvalitetsstyringssystem, og hvilke kontroller en bygherre kan gennemføre.

11.1 Krav til et kvalitetsstyringssystem

Krav til produktbeskrivelser
For at kunne sammenligne de forskellige metoder bør der være en ensartet måde at beskrive metoderne på. Denne kunne indeholde:

- Navn på entreprenør
- Produktnavn
- Materialebeskrivelse
- Anvendelsesområde
- Dimensioner (tykkelse og diameter)
- Samlingsmetoder ved gulvafløb og tilslutninger til faldstamme

I forbindelse med alle renoveringsopgaver på faldstammer skal entreprenøren kvalitetssikre det udførte arbejde, og kvalitetssikringen skal dokumenteres over for ledningsejeren. Det anbefales, at ledningsejeren altid forlanger dokumentation for det udførte arbejde.

Da faldstammerenovering er underlagt autorisationslovgivningen, er det et krav, at entreprenøren har et kvalitetsledelsessystem, som bl.a. skal indeholde en instruktionshåndbog.

Kvalitetsledelsessystemet skal indeholde beskrivelser af:

- Virksomhedens organisation
- Ansvarsfordeling
- Personale og uddannelse
- Styring af dokumenter
- Produktidentifikation og sporbarhed
- Udstyr
- Håndtering af afvigelser/afvigende udførelser
- Korrigerende tiltag
- Interne kontroller
- Håndtering af affald
- Håndtering af reklamationer

Instruktionshåndbogen i kvalitetsledelsessystemet bør i forbindelse med faldstammerenovering indeholde en beskrivelse af entreprenørens procedure for:

1. Forundersøgelser
2. Forberedelser i lejlighederne
3. Rensning af de gamle rør (acceptkriterier for tilstrækkelig rensning)
4. Reparationer af revner, utætheder, forskudte og åbne samlinger

5. Gennemførelse af renoveringen
    a. Modtagekontrol
    b. Kontrol under installation
6. TV-inspektion
7. Afsluttende arbejder iht. egne acceptkriterier
8. Aflevering

Hver beskrivelse skal entydigt henvise til de kontrolskemaer, hvori de gennemførte kontrolaktiviteter dokumenteres.

Forundersøgelser
Her beskrives det, hvilke forundersøgelser der skal foretages, før en renovering kan påbegyndes:

- Antal køkkenfaldstammer og dimension
- Antal wc- og badefaldstammer og dimension
- Antal udluftninger over tag/vakuumventiler
- Antal synlige stammer i kælder
- Wc-skåle, vakuumventiler, vandlåse etc. afmonteres

Hvis entreprenøren på forhånd kan se, at der er steder i faldstammesystemet, der er vanskelige at renovere, skal dette oplyses til bygherren, så man kan aftale, hvorledes problemerne skal håndteres.

Forberedelser i lejlighederne
Her beskrives det, hvilke forberedelser der er nødvendige i hver lejlighed, før en renovering kan påbegyndes. Desuden beskrives de foranstaltninger, der skal foretages, for at brugerne har toilet-/bad-/køkkenfaciliteter til rådighed – eksempelvis:

- Hvor længe er beboerne uden vand?
- Hvor længe er beboerne uden wc og bad?
- Hvilke wc- og badfaciliteter er til rådighed?
- Hvordan skaffes der adgang til de enkelte lejligheder?
- Hvordan adviseres beboerne om arbejdet samt eventuelle lugtgener før, under og efter arbejdet?
- Afskærmning af beboerne ift. sundhedsskadelige aerosoler/dampe

Rensning af de gamle rør
Her beskrives, hvilke rensemetoder der anvendes til rensning af de gamle rør, og hvordan det vurderes, at rensningen er tilstrækkelig:

- Anvendt rensemetode
- Reparation af revner, utætheder, forskudte og åbne samlinger
- TV-inspektion af den rensede ledning
- Tørring af ledningen

Gennemførelse af renoveringen
Her beskrives, hvilket produkt/system der anvendes til renoveringen, herunder:

- Indføring af materialerne
- Udhærdning af materialerne
- Evt. installering/udhærdning af overgangsprofiler

Entreprenørens egenkontrol
Modtagekontrol skal gennemføres af entreprenøren på alle arbejdspladser, hvor renovering finder sted. Omfanget skal være tilstrækkeligt til at sandsynliggøre, at de anvendte materialer og produkter stemmer overens med specifikationer og materialebeskrivelser.

Punkter, som kan kontrolleres, er:

- Rutiner for modtagekontrol og journalføring af anvendte råvarer, som anvendes ved renoveringen. Modtagekontrollen skal sikre, at de råvarer, der anvendes, er de af entreprenøren angivne
- Kontrol, som omfatter batchnummer og udløbsdato for de anvendte materialer
- Sikkerhedsblade og anden relevant information/anvisninger fra råvare-/materialeleverandører skal forefindes på pladsen

Kontrol under udførelse
Løbende kontrol skal ske under renoveringsprocessen på alle arbejdspladser. Punkter, der kan kontrolleres, kan være:

- Rensning/udtørring af faldstammer/ledninger
- Installation, herunder indføringstryk/-hastighed og mænger af materialer
- Udhærdning, herunder tryk, tørretid, temperatur etc.

Slutkontrol
Kontrol af den færdige renovering skal udføres i så tilstrækkeligt et omfang, at det sikres, at de specificerede krav er opfyldt, bl.a. ved:

- *TV-inspektion:* På lodrette ledninger udføres TV-inspektionen nedefra og op. På liggende ledninger udføres TV-inspektionen i begge retninger
- Prøveudtagning til kontrol af godstykkelser, indvendige dimensioner i ledningerne, udhærdning mm.
- Egne acceptkriterier for, hvornår arbejdet er i orden (hvor mange buler/indsnævringer mv. tillades)

Entreprenøren skal naturligvis udføre en 100 %-kontrol af det udførte arbejde.

11.2 Bygherrens kontrol

En bygherre har ret til at kontrollere alle faser af udførelsen af renoveringen. Ud fra entreprenørens kvalitetsstyringssystem kan han vælge, hvilke kontroller han ønsker at udføre. Normalt plejer det at være angivet i udbudsmaterialet, hvilke kontroller bygherren ønsker at gennemføre**.** Dette kan være en 100 %-kontrol, eller det kan være en stikprøvekontrol. Det anbefales, at bygherren vælger at forlange, at der skal udtages et antal prøvestykker til kontrol af godstykkelser/indvendig dimension.

Stikprøveudtagning
I stedet for at kontrollere alle ledninger i anlægget kan man i stedet vælge en stikprøvekontrol, hvor stikprøverne udvælges som anvist i det følgende:

- Et faldstammesystem opdeles inden prøvningen i partier, hvor ét parti betragtes som en helhed i prøvningsmæssig henseende. Hvert parti skal bestå af et vist antal i prøvningsmæssig forstand sammenlignelige enheder
- I faldstammesystemer kan enheden være en faldstamme eller en sidetilslutning

Er enhederne nærmere definerede faldstammer, skal de inden for samme parti bestå af ensartede faldstammer, fx faldstammer uden liggende strækninger eller faldstammer med liggende strækninger. Sidetilslutningerne kan ligeledes inddeles i partier, fx efter længde, antal tilslutninger mv.

Af hvert parti bestående af *N* enheder udtages en stikprøve af størrelsen *n* enheder efter retningslinjer i figur 11.1.

Antal enheder N	1-4	5	6-9	10-20	>20
Stikprøvestørrelse, n	Alle	4	5	6	7

Figur 11.1. Stikprøveplan for fx udtagning af prøver til en TV-inspektion.

Kontrollen bliver med den angivne stikprøvestørrelse udført med en sikkerhed svarende til, at et parti med 18 % defekte enheder ved kontrollen har en acceptsandsynlighed, som ikke overstiger 25 %. Bestemmelsen af, hvilke enheder der skal indgå i kontrollen, skal foretages tilfældigt.

Et parti betragtes som godkendt, hvis alle enhederne *N* eller de udtagne enheder *n* opfylder betingelserne.

Hvis én eller flere af enhederne *n* ikke opfylder betingelserne, skal disse enheder udbedres, og alle partiets enheder *N* skal derefter kontrolleres.

Hvad skal kontrolleres?
Det er bygherren, der bestemmer, hvilke kontroller han ønsker at udføre. Det kan være forberedelserne i lejlighederne, rensning af de gamle rør, gennemførelsen af renoveringen, slutkontrollen, entreprenørens eget KS-system – lever han op til de processer, han selv har beskrevet mv.?

Bygherrens kontrol vil dog normalt altid omfatte kontrol af de gennemførte TV-inspektioner af det færdige arbejde. Kontrollen af de udførte TV-inspektioner bør udføres efter stikprøveplanen i figur 11.1.

Prøveudtagning
Bygherren bør supplere/kontrollere TV-inspektionen med en prøveudtagning af fysiske prøver efter stikprøveplanen for prøveudtagning, se figur 11.2.

Der skal udskæres et stykke af den renoverede faldstamme (ca. 30 cm) på et tilfældigt sted, som udpeges af bygherren efter renoveringen.

En prøveudtagning er den eneste sikre måde at kontrollere væsentlige parametre på (fx godstykkelse, vedhæftning, udhærdning mv.), som er afgørende for kvaliteten af produktet.

Antal enheder N	1-4	5-10	10-20	>20
Stikprøvestørrelse, n	1	2	3	4

Figur 11.2. Stikprøveplan for prøveudtagning af fysiske prøver af faldstammerenoveringen.

Sammen med TV-inspektion og prøveudtagning kan det også vælges at udføre slutkontrollen ved at tæthedsprøve udvalgte ledningsstrækninger efter stikprøveplanen, se figur 11.2.

Det skal dog bemærkes, at tæthedsprøvning i faldstammesystemer er yderst kompliceret, og at der ikke findes normer/standarder for, hvordan en tæthedsprøvning af et faldstammesystem kan gennemføres.

12 Kontrolordning for Faldstammerenovering

12.1 Generelt

Kvaliteten af en udført faldstammerenovering afhænger både af selve produktet og i meget høj grad af entreprenørens forarbejder og den konkrete udførelse af renoveringen.

Hvis en bygherre vil sikre sig, at arbejdet, han får udført, er i orden, findes der forskellige metoder til at sikre kvaliteten af både det anvendte produkt og det udførte arbejde. Han kan fx vælge at benytte et system, der er kontrolleret af en kontrolordning.

12.2 En kontrolordning/certificeringsordning

Formålet med en kontrolordning eller en certificeringsordning er at sikre kvaliteten af de produkter, der er underlagt ordningen.

Både en kontrolordning og en certificeringsordning er baseret på, at virksomheden:

- Beskriver det produkt, der markedsføres
- Dokumenterer levetid og holdbarhed af de anvendte materialer
- Udarbejder et kvalitetsstyringssystem (KS), der skal sikre, at arbejdet udføres korrekt

Denne dokumentation skal leve op til nogle minimumskrav fastlagt af fx en brancheforening/kontroludvalg. Ud over denne første godkendelse af entreprenør og renoveringssystem, skal der føres kontrol med, at entreprenøren efterlever sit kvalitetsstyringssystem. Dette kan gøres ved et årligt virksomhedsbesøg, der både skal omfatte et besøg på kontoret og kontrol at de angivne procedurer og et besøg på en arbejdsplads, så arbejdets praktiske udførelse kan kontrolleres.

En kontrolordning er ikke gratis. Det koster at udvikle og blive enige om det kontrolgrundlag, der skal arbejdes efter. Dette vil være en engangsudgift. Dernæst skal hver virksomhed betale for godkendelsen af systemet samt det årlige besøg både i virksomheden og på en arbejdsplads. Desuden skal der etableres et sekretariat, der kan administrere ordningen, og der skal findes en uvildig instans, som kan stå for godkendelse og kontrol af virksomhederne.

12.3 Kontrolordning for Faldstammerenovering

I 2022 blev der etableret en Kontrolordning for Faldstammerenovering i Danmark. Ordningen er en frivillig certificeringsordning, hvor formålet er at sikre kvaliteten af de optagne systemer og derved give kunderne/bygherrerne en tryghed.

Krav til medlemsvirksomheder i forbindelse med optagelse
I forbindelse med optagelse af et system i Kontrolordning for Faldstammerenovering skal en virksomhed udføre følgende:

- Virksomheden skal udarbejde en deklaration, der beskriver det optagne systems opbygning, installation, anvendelsesområde, materialeegenskaber, produktegenskaber samt systemegenskaber
- Virksomheden skal udarbejde et kvalitetsledelsessystem, der bl.a. skal indeholde en kvalitetshåndbog, en instruktionshåndbog, kontrolplaner samt kontrolskemaer

- De systemer, der skal optages, skal i forbindelse med optagelsen gennemgå en omfattende typetest af både de anvendte materialer og hele det installerede system (se bilag 1)
- Når deklaration, KLS samt typetest er udarbejdet og godkendt af et kontroludvalg, vil der blive afholdt et 3. partsoptagelsesbesøg på virksomheden samt på en igangværende opgave. Her vil det bl.a. blive kontrolleret, om de beskrevne installationsprocedurer er implementeret i virksomheden

Krav til optagne virksomheder
Når en virksomhed har fået optaget et eller flere renoveringssystemer, er virksomheden forpligtet til:

- Løbende at registrere alle udførte renoveringer
- At afholde et årligt kontrolbesøg på virksomheden samt på en igangværende opgave. På besøget vil en eller flere opgaver blive gennemgået med henblik på at kontrollere, om de er udført i overensstemmelse med den godkendte deklaration samt virksomhedens installationsmanual. I forbindelse med besøget vil der blive udtaget et antal prøvestykker, som bliver sendt til akkrediteret audittest
- At følge de til enhver tid gældende tekniske bestemmelser samt vedtægter
- Løbende at gennemføre en egenkontrol af det optagne system. Egenkontrollen skal indberettes til kontroludvalget 2 gange årligt

Informationer om Kontrolordning for Faldstammerenovering kan findes op ordningens hjemmeside: www.kontrolordninger.dk

13 Udbud

Et fyldestgørende udbudsmateriale til en faldstammerenovering (uanset om der vælges strømpeforing, coating eller en kombination) skal sikre, at alle tilbudsgivere byder på det samme grundlag, og at kvaliteten og processen styres stramt.

I det nedenstående er en systematisk oversigt over de afsnit, udbudsmaterialet som minimum bør indeholde:

1. Udbudsbrev og administrative betingelser

Dette afsnit danner rammen om selve udbudsprocessen.

- *Formål med udbuddet:* Kort beskrivelse af ejendommen (fx antal lejligheder, opgange og etager) og projektets omfang
- *Udbudsform:* Fx fagentreprise, hovedentreprise eller totalentreprise
- *Tidsplan for udbuddet:* Frist for spørgsmål, besvarelse af spørgsmål og tilbudsfrist
- *Tildelingskriterier:* Hvordan vurderes tilbuddene (fx "laveste pris" eller "bedste forhold mellem pris og kvalitet", hvor proces, beboerhåndtering og kvalitet vægtes)
- *Vedståelsesfrist:* Hvor længe skal tilbuddet være gældende

2. Aftalegrundlag og Særlige Betingelser (SAB)

Definerer de juridiske og økonomiske spilleregler.

- *Kontraktgrundlag:* Typisk **AB 18** (eller *AB Forenklet* ved mindre opgaver)
- *Tidsplan og dagbøder:* Start- og sluttidspunkt samt dagbøder ved forsinkelse (især kritisk ved faldstammer, da beboerne ikke kan benytte toilet/afløb under arbejdet)
- *Sikkerhedsstillelse og forsikring:* Krav til entreprenørens entreprenøransvarsforsikring og garantistillelse
- *Betalingsbetingelser:* Retningslinjer for acontobetalinger (fx efter uafhængig kontrol af udførte etaper)

3. Projektbeskrivelse (Hvad skal laves?)

En detaljeret gennemgang af de fysiske rammer og det konkrete arbejde.

- *Eksisterende forhold:* Beskrivelse af de nuværende faldstammer og dertilhørende gulvafløb, sidegrenrør (stikledninger fra køkken/bad), reduktioner, specielle komponenter og udluftninger over tag. Beskrivelsen skal også indeholde oplysninger om tilstand, adgangsforhold, materialebeskrivelse (fx støbejern eller plast) og kendte skader
- *Arbejdets omfang:* Hvilke faldstammer skal renoveres? Skal køkken- og badeværelsesgrenrør også fores/coates? Hvad med gulvafløb og vandlåse?
- *Grænseflader:* Hvor stopper entreprenørens arbejde (fx overgang til eksisterende installationer under gulv eller over loft samt overgang til liggende hovedledninger i kælder/jord)

4. Tekniske specifikationer (Metode og materialer)

Dette er det mest tekniske afsnit, som sikrer, at arbejdet udføres efter gældende normer og standarder.

- *Metodekrav:*
  - Strømpeforing: Krav til strømpeforingstype (fx nålefilt eller glasfiber) og hærdemetode (vand, damp, UV eller LED)
  - Coating: Krav til coatingmateriale (fx epoxy eller polyurethan), antal lag og lagtykkelse
- *Godkendelser:* Krav om, at de anvendte materialer/systemer skal være optaget i Kontrolordning for Ledningsrenovering eller en tilsvarende ordning. Hvis man vælger at henvise til Rørcenter-anvisning 022, er det nødvendig at angive præcist, hvilke dele af anvisningen der skal være opfyldt
- *Forarbejde (rensning):* Krav til mekanisk rensning/fræsning af de gamle rør for rust, fedt og aflejringer inden foring, herunder krav om TV-inspektion før og efter rensning. TV-inspektionen skal udføres i en kvalitet, der gør det muligt at vurdere kvaliteten af den udførte rensning
- *Genåbning af stik:* Specifikation af, hvordan sidegrenrør genåbnes (fræsning) og tætnes (fx montering af "hatteprofiler"/grenrørsforstærkning for at sikre 100 % tæthed i T-stykker)

5. Kvalitetssikring (KS) og dokumentation

Dokumentation er afgørende for faldstammerenoveringens levetid.

- *Kvalitetsledelsessystem:* Krav om et udførligt KLS, der bør bestå af en kvalitetshåndbog, instruktionshåndbog, kontrolplan samt kontrolskemaer til dokumentation af hele entreprisen
- *TV-inspektion:* Krav om komplet videodokumentation (TV-inspektion) af alle renoverede rør og stik. Optagelserne skal leveres digitalt med faste positionsangivelser og skal udføres i en kvalitet, der gør det muligt at vurdere kvaliteten af den udførte renovering
- *Kvalitetssikringsplan (KS-plan):* Entreprenøren skal fremlægge en plan for egenkontrol (trykprøvning, måling af lagtykkelse, hærdetid mv.)
- *Uafhængig kontrol:* Det bør specificeres, at en uvildig tredjepart (fx en rådgiver eller en tilsvarende specialist) skal syne og godkende et udvalg af de udførte foringer, før arbejdet kan afleveres og udbetales

6. Beboerhåndtering og logistik

Faldstammerenovering foregår inde i folks private hjem. Derfor er proces og logistik afgørende for projektets succes.

- *Varsling:* Tidsfrister for varsling af beboere (fx 1. varsel 4 uger før, 2. varsel 14 dage før og endelig låsesmedsaftale)
- *Vandlukning:* Maksimale tidsrum, hvor vandet må være lukket (fx kl. 8.00 - 16.00 på hverdage). Beboerne skal have adgang til vand/afløb uden for normal arbejdstid
- *Nødtoiletter og badefaciliteter:* Etablering af midlertidige toiletvogne, badefaciliteter og evt. nødtoiletter i opgange eller lejligheder under udførelsen
- *Adgang til lejligheder:* Procedure for nøgleaflevering og adgang til lejlighederne (fx brug af systemnøgler, låsesmed eller beboeropsyn)
- *Rengøring:* Krav til daglig oprydning og slutrengøring i de berørte lejligheder

7. Miljø, arbejdsmiljø og sikkerhed (PSS)

- *Arbejdsmiljø:* Overholdelse af gældende arbejdsmiljøregler. Ved brug af visse epoxy- og polyesterprodukter (strømpeforing/coating) skal der tages særlige forholdsregler mod dampe og hudkontakt (styrenfri produkter foretrækkes ofte i boligbyggeri)
- *Miljøfarlige stoffer:* Håndtering af eventuel asbest og/eller PCB (fx i gamle rørkasser eller pakninger) eller bly, som kan frigøres under arbejdet. Hvem har ansvaret for miljøkortlægning og sanering?
- *Ventilation:* Krav om opsætning af undertryksventilation/kulfiltre under hærdeprocessen for at minimere lugtgener for beboerne
- Afspærring/værn ved arbejde på usikre steder (tage mv.)

8. Tilbudsliste

En struktureret prisliste, som entreprenøren skal udfylde. Den bør opdeles, så det er let at sammenligne priser:

- Faste ydelser (beboerfaciliteter, administration mv.)
- Enhedspriser pr. faldstamme (specificeret pr. dimension og løbende meter)
- Enhedspriser pr. grenrør/stiktilslutning (inkl. fræsning og hatteprofil)
- Enhedspriser pr. gulvafløb/vandlås
- Timepriser for eventuelt uforudset ekstraarbejde

Bilag 1 Anbefalede prøvninger af renoverings-systemer til faldstammesystemer

I det nedenstående er de anbefalede system- og materialetest angivet.

1.1 Prøveopstilling til systemtest

Prøveopstilling
De udførte test skal udføres i et så realistisk miljø som muligt. Prøveopstillingen er 2-delt og er vist i figur 1.

I de lige rør (3 forskellige materialer) udskæres enten en spalte med bredde på 2 eller 5 mm i en halv omkreds eller et hul med en diameter på 2 eller 5 mm, som skal simulere en skade/utæthed i faldstammen.

I grenrørenes overgange udskæres en spalte på 5 mm på den nederste halvdel af omkredsen, som skal simulere en skade på tilslutningen.

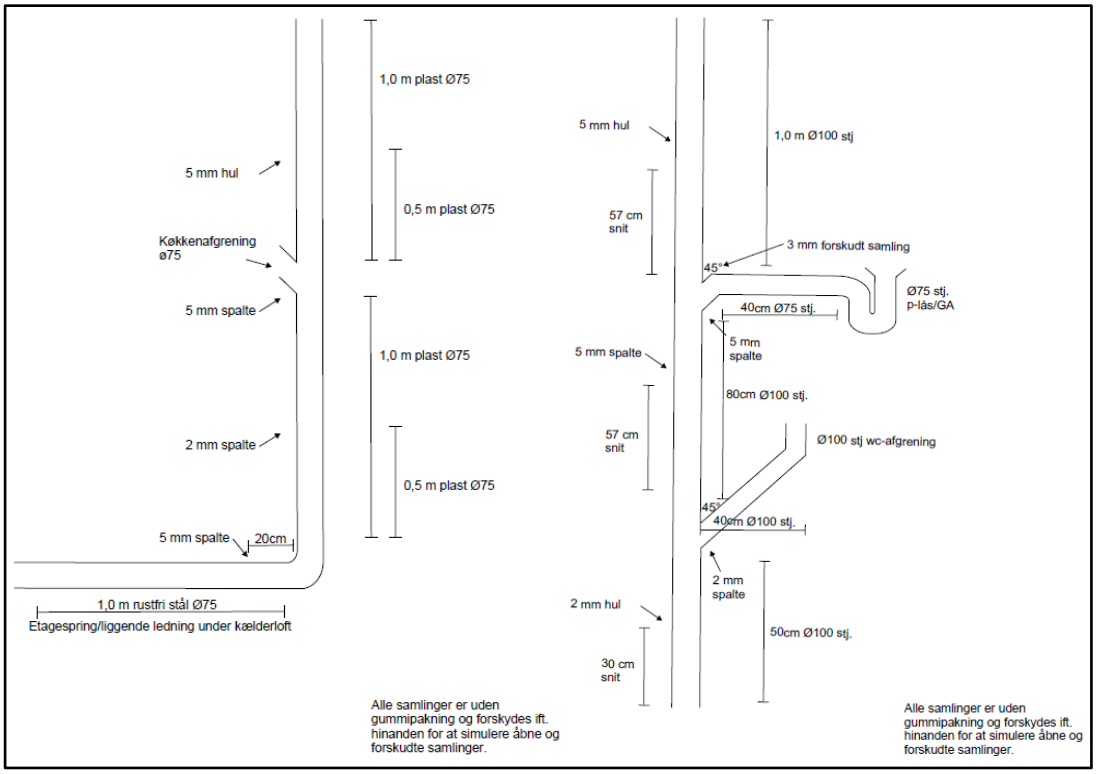
I Ø75 støbejernsledningen forskydes en samling med ca. 3 mm for at simulere en forskudt samling. Alle øvrige samlinger forskydes 3-5 mm for at simulere åbne samlinger.

Ø75 støbejernssideledningen afsluttes med en støbejernsvandlås af typen 88º Ø75 mm MA. Ø100 støbejernssideledningen afsluttes med en 45º gren isat et lige stykke, som skal symbolisere et wc-tilløb.

Prøvningerne beskrevet i afsnit 1.2 udføres herefter i en prøveopstilling (eller udskårne dele heraf), der er illustreret i figur 1.

Hvis et renoveringssystem består af 2 eller flere delsystemer og/eller flere forskellige overgangsprofiler/samlingsmetoder mellem delsystemerne, skal det sikres, at alle delsystemer og/eller overgangsprofiler/samlingsmetoder mellem delsystemerne er repræsenteret i testopstillingen.

Dette kan betyde, at det kan være nødvendigt at montere et eller flere ekstra grenrør i prøveopstillingen.



Figur 1. Skitse af den 2-delte prøveopstilling.

1.2 Anbefalede prøvninger i systemtest

I det nedenstående er det angivet, hvilket prøvningsprogram der er relevant i forbindelse med en systemtest for de enkelte renoveringssystemer.

1.2.1 Resistens mod temperaturcyklus og højtryksspuling

Prøvningen udføres på den i figur 1 viste prøveopstilling.

Prøvningsprogrammet skal udføres i nedenstående rækkefølge:

1. Indledende tæthedsprøvning med vand i henhold til DS/EN 1610
2. Påvirkning af systemet ved temperaturvekslinger i henhold til DS/EN ISO 13257
3. Tæthedsprøvning (som den indledende)
4. Påvirkning af systemet ved højtryksspuling
5. Afsluttende tæthedsprøvning (som den indledende)

1.2.1.1 Indledende tæthedsprøvning med vand i henhold til DS/EN 1610

Tæthedsprøvningen udføres med et indvendigt overtryk på 50 *kPa* målt ved top af ledningen.

Konditionering 1 *h*. Prøvningstid (30 ± 1) *min.* Trykket på 50 *kPa* holdes konstant under prøvningen ved tilføring af vand. Hvis den tilførte vandmængde er større end den tilladelige, stoppes prøvningsforløbet her.

1.2.1.2 Påvirkning af systemet ved temperaturvekslinger i henhold til DS/EN ISO 13257

Vandet tilføres gennem grenrøret og afledes gennem "hovedledningen" i en højde på 1,1 *m* over gulvet. Én cyklus består af:

a) (30 ± 0,5) *l* vand ved (93 ± 2) °*C* over en periode på (60 ± 2) *s*;
b) pause- og tømningstid (60 ± 2) *s*;
c) (30 ± 0,5) *l* vand ved (15 ± 5) °*C* over en periode på (60 ± 2) *s*;
d) pause- og tømningstid (60 ± 2) *s*.

Prøvningen består af 1500 cyklusser, dvs. 100 *h*.

1.2.1.3 Tæthedsprøvning (som den indledende)

1.2.1.4 Påvirkning af systemet ved højtryksspuling

Denne prøvning udføres med et spulehoved med en roterende del. Spulehovedet er beskrevet i bilag 2.

Prøvningsparametre i øvrigt:

a) Prøvningstryk målt ved spulehovedet = (7 ± 1,0) MPa ~ (70 ± 10) bar
b) Spulehovedets fremførings- og tilbagetrækningshastighed = (3 ± 0,1) m/min.
c) Antal spulecyklusser (én gang frem og tilbage er 1 cyklus) = 10 cyklusser

1.2.1.5 Afsluttende tæthedsprøvning (som den indledende)

1.2.2 Resistens mod spildevand i henhold til DS/EN 877

Prøvestykker fra alle delsystemer, som er benyttet i renoveringssystemet, der er i overensstemmelse med DS/ISO 1514, samt udskåret fra prøveopstillingen vist i figur 1, skal i 30 dage nedsænkes i en opløsning, der simulerer spildevand med en temperatur på (23 ± 3) °C. Spildevandets sammensætning skal være i overensstemmelse med figur 2.

Bestanddele	mg/l
Stivelse	50
Natriumstearat	32
Natriumacetat	56
Glycerin tri-stearat	15
Urinstof	13
Ammoniumsulfat	70
Proteiner	90
Drikkevand	

Figur 2. Indhold i opløsning, der simulerer spildevand.

Efter nedsænkningsperioden skal prøveemnerne skylles med demineraliseret vand og tørres. Herefter skal de undersøges for blærer eller defekter. Efter yderlige 24 timers opbevaring ved en temperatur på (23 ± 3) °C skal de undersøges igen for blærer/defekter. Herefter skal prøvestykket tæthedsprøves som beskrevet under "Indledende tæthedsprøvning".*

* *Denne del er ikke en del af DS/EN 877.*

1.2.3 Kemisk resistens i henhold til DS/EN 877

Testen skal udføres i overensstemmelse med EN ISO 2812-1, hvor der benyttes prøveemner fra alle delsystemer, som er benyttet i renoveringssystemet, der er i overensstemmelse med DS/ISO 1514, samt udskåret fra prøveopstillingen vist i figur 1.

Prøvestykkerne skal nedsænkes i 30 dage i testvæsker med følgende indhold:

- Et prøvestykke i en svovlsyreopløsning med en pH-værdi på 2
- Et prøvestykke i en natriumhydroxid opløsning med en pH-værdi på 12
- Et prøvestykke i en opløsning af overfladeaktive stoffer med en pH-værdi på 7

Alle opløsninger skal have en temperatur på (23 ± 3) °C. pH-værdien skal løbende kontrolleres og justeres, hvis den afviger med mere end 0,3 fra startværdien.

Efter nedsænkningsperioden skal prøvestykkerne skylles og undersøges for blærer og opkvældning. Acceptkriterierne foreslås at være følgende:

- *Blærer:* Dimension 3, klasse 3 i overensstemmelse med DS/EN ISO 4628-2
- *Opkvældning:* Klasse 2 i overensstemmelse med DS/EN ISO 2409

Herefter skal prøvestykket tæthedsprøves som beskrevet under ”Indledende tæthedsprøvning”.*

1.2.4 Godstykkelse på produktet

Denne test skal udføres på et prøvestykke fra alle delsystemer, der er benyttet i renoveringssystemet, og som er udskåret fra prøveopstillingen vist i figur 1.

Testen skal udføres med måleudstyr, der er i overensstemmelse med metode 6 i DS/EN ISO 2808, hvor den nedenstående procedure følges:

- *Rør:* Gennemsnittet af mindst 12 målinger, eksklusive de første 20 mm i hver ende
- *Fittings:* Gennemsnittet af mindst 5 målinger, der er spredt tilfældigt over overfladen af fittingen, eller et standardpanel, som er coatet i overensstemmelse med leverandørens anvisning (panelet skal være i overensstemmelse med EN 605)

1.2.5 Kapacitetstest

Formål:

Formålet med denne test er på en enkel måde at eftervise kapaciteten i kritiske faldstammekomponenter (grenrør, bøjninger og vandlåse) før og efter en renovering.

Princip og fremgangsmåde:

Vandet ledes til systemet gennem en tilløbskasse med opdelte rum og rist over udløbet, så der ikke opstår turbulens i vandet ved udløbet af kassen.

Den tilførte vandstrøm registreres herefter ved en opstemning på 50 mm over udløbet af tilløbskassen, målt på kassens side.

Prøvningen udføres på alle kritiske komponenter før og efter en renovering, og forskellen i kapaciteten registreres.

Prøvningen før renoveringen skal ske, før der udskæres spalter i testopstillingen.

1.3 Materialetest (ældningstest)

Princip:
Simpel antagelse af Arrhenius' tommelfingerregel – at hastigheden af en kemisk reaktion fordobles for hver 10 graders stigning i temperaturen.

Denne antagelse er sædvanligvis på den konservative side for de fleste polymerer, men der er pt. ingen viden, der siger, at det ikke gælder for foringsmaterialer.

Testprocedure:
Et udhærdet prøvestykke (ringemne) bliver ældet i 60 graders varmt vand i enten:

- 19 måneder svarende til 50 års levetid
- 12 måneder svarende til 32 års levetid
- 9,5 måneder svarende til 25 års levetid

Før og efter ældningen gennemføres:

1. Bestemmelse af foringsmaterialets vandoptagelse baseret på metode 1 i DS/EN ISO 62:2008 (eksponeret ved 60 °C, men vægtøgninger bestemt ved at veje ved 23 °C)
2. Bestemmelse af rørforingens ringstivhed. Prøveemner l = d_n.
3. Bestemmelse af rørforingens trækegenskaber baseret på DS/EN ISO 527-2
4. Bestemmelse af foringsmaterialets dynamisk-mekaniske egenskaber baseret på ISO 6721-5:2019 Plastics – Determination of dynamic mechanical properties – Part 5: Flexural vibration – Non-resonance method

Acceptkriterier:
Det testede materiale kan accepteres, hvis:

1. Ringstivhed, målt EFTER ≥ 0,3 kN/m^2
2. Trækstyrke målt EFTER ≥ 5 MPa
3. Glasovergangstemperatur målt FØR ≥ 60 °C
4. Glasovergangstemperatur målt EFTER ≥ 50 °C
5. Foringsmaterialets vandoptagelse målt EFTER ≤ 5 %

For at få et indblik i egenskaberne foretages der et delvist udtag undervejs i ældningsforløbet. Der udtages efter følgende plan:

1. Vandoptagelse bestemmes efter hhv. 0, 1, 5, 20, 90 og 365 dage samt efter afslutning af ældningsforløbet
2. Glasovergangstemperatur samt bøjestivhed (DMA) bestemmes efter 3 måneders eksponering

Hvis et eller flere prøveresultater overskrider de ovenstående grænser, kan det aftales at afslutte ældningstesten før tid.

1.3.1 FTIR-test
I forbindelse med materialetest anbefales det, at der foretages en FTIR-test (Fourier Transform Infrared Spectroscop), som muliggør en identifikation af de benyttede materialer. FTIR-testen skal udføres i overensstemmelse med ISO 4650.

Bilag 2 Beskrivelse af spulehoved

Spulehovedet, der skal anvendes til prøvningen beskrevet i bilag 1, afsnit 1.2.1.4, er beskrevet i det nedenstående.

Spulehovedet er opbygget med en fast (ikke-roterende) del og en roterende del, hvor rotationen drives af vandtrykket. I spulehovedet er der monteret i alt 7 dyser.

I den faste del af spulehovedet sidder 3 bagudrettede dyser:

- Dysernes (strålernes) vinkel med røraksen = 30°
  - Dysernes huldiameter = Ø1,7 *mm*
  - Dysernes spredningsvinkel og tryktabskoefficient er ukendte og er ikke dokumenteret

I den roterende del af spulehovedet sidder 4 tangentielt rettede dyser:

- 4 dysers (strålers) vinkel med røraksen = 75°
  - Dysernes huldiameter = Ø1,2 *mm*
  - Dysernes spredningsvinkel og tryktabskoefficient er ukendte og er ikke dokumenteret

Bilag 3 Norm referencer

DS/EN 877: 2000. Støbejernsrør og fittings, deres samlinger og tilbehør til bortledning af vand fra bygninger – Krav, prøvningsmetoder og kvalitetssikring.

DS/EN ISO 1514: 2016. Malinger og lakker – Standardprøveplader.

DS/EN ISO 2812-1: 2007. Malinger og lakker – Bestemmelse af modstandsevne mod væsker - Del 1: Neddypning i andre væsker end vand.

DS/EN ISO 4628-2: 2016. Malinger og lakker – Evaluering af nedbrydning af belægninger – Angivelse af mængde og størrelse af defekter og intensitet af ensartede ændringer i udseende – Del 2: Vurdering af grad af blæredannelse.

DS/EN ISO 2409: 2013. Malinger og lakker – Gittersnitprøvning.

DS/EN 1610: 2015. Lægning og prøvning af afløbsledninger.

DS/EN 1055: 1996. Plastrørsystemer. Termoplastrørsystemer til afløb i bygninger. Bestemmelse af modstandsevne over for temperaturvekslinger med forhøjet temperatur. Prøvningsmetode.

DS/ISO 4650:1985. Gummi. Identifikation. IR-spektrometrisk metode.

DS/ISO 6721-5:2011. Plast – Bestemmelse af dynamisk-mekaniske egenskaber – Del 5: Bøjningssvingninger – Resonansfri metode.

DS/EN ISO 527-2:2025. Plast – Bestemmelse af trækegenskaber – del 2: Prøvningsbetingelser for støbeplast og ekstruderet plast.

DS/EN ISO 62:2008. Plast – Bestemmelse af vandabsorbering.

DS 432:2020+Till.1:2022**.** Afløbsinstallationer.

Tekniske Bestemmelser for Kontrolordning for Faldstammerenovering.

Øvrige anvisninger fra Rørcentret:

Rørcenter-anvisning 001
Ressourcebesparende afløbsinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 002
Ressourcebesparende vandinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 003
Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger, september 2012

Rørcenter-anvisning 004
Renovering af afløbsledninger. Paradigme for udbud og beskrivelse inkl. vejledning, 2. udgave, januar 2005, inkl. Indlagt cd-rom

Rørcenter-anvisning 005
Fedtudskillere. Projektering, dimensionering, udførelse og drift, 2. udgave, april 2021

Rørcenter-anvisning 006
Olieudskilleranlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift, 2. udgave, april 2021

Rørcenter-anvisning 007
Dæksler og Riste. Dæksler og riste af støbejern til kørebane og gangarealer, maj 2005

Rørcenter-anvisning 008
Acceptkriterier. Retningslinjer for vurdering af nye og fornyede afløbsledninger ved hjælp af TV-inspektion, maj 2005

Rørcenter-anvisning 009
Nedsivning af regnvand i faskiner. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af faskiner, maj 2005

Rørcenter-anvisning 010
Tømning af bundfældningstanke (septiktanke). Paradigme for udbudsmateriale, marts 2006

Rørcenter-anvisning 011
Vacuumsystemer i bygninger. Vejledning i projektering, udførelse og drift, marts 2006

Rørcenter-anvisning 012
Nye afløbssystemer samt omlægninger. Paradigme for udbud og beskrivelse, maj 2007

Rørcenter-anvisning 013
Erfaringer med nedsivningsanlæg, februar 2007

Rørcenter-anvisning 014
Afløbssystemer. Oversigt over undersøgelses-, måle- og fornyelsesmetoder, april 2007

Rørcenter-anvisning 015
Tilbagestrømningssikring af vandforsyningssystemer, oktober 2009

Rørcenter-anvisning 016
Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund, maj 2012

Rørcenter-anvisning 017
Legionella. Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder, maj 2019

Rørcenter-anvisning 018
Store nedsivningsanlæg. Dimensionering og udførelse, august 2012

Rørcenter-anvisning 019
Vandbremser. Regulering af vandstrømme i afløbssystemer, maj 2013

Rørcenter-anvisning 020
Skybrudssikring af bygninger, september 2013

Rørcenter-anvisning 021
Kælderoversvømmelser. Sikring mod opstigende kloakvand, september 2013

Rørcenter-anvisning 022
Renovering af faldstammesystemer, 2. udgave, november 2026

Rørcenter-anvisning 023
Regnvandsventilen, marts 2018

Rørcenter-anvisning 024
Beredskab. Indsatsplaner for oversvømmelser, maj 2017

Rørcenter-anvisning 025
Rekreative regnvandsbassiner, marts 2018

Rørcenter-anvisning 026
LAR-Anlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af LAR-Anlæg, juni 2018

Rørcenter-anvisning 027
Vandinstallationer. Eksempelsamling til bygningsreglementets afsnit 21 og 24, december 2018

Rørcenter-anvisning 028
Undgå kælderoversvømmelser med pumper, højvandslukker og by-pass anlæg, april 2020

Rørcenter-anvisning 029
Dræning og isolering af kældre, juli 2022

Rørcenter-anvisning 030
Dræning af grønne arealer, juli 2022

Rørcenter-anvisning 031
Spuling og rensning af afløbsledninger, august 2022

Rørcenter-anvisning 032
Sikring af bygninger mod rotter fra kloakken, oktober 2023

Rørcenter-anvisning 033
Sokkelrender, september 2024

Rørcenter-anvisning 034
Afløbsrender, september 2024

Rørcenter-anvisning 035
Våde regnvandsbassiner. Planlægning, udførelse og drift, 2. udgave, september 2026

Rørcenter-anvisning 036
Legionellamåling. Guideline for prøvetagning og analyse, maj 2026