

NO-DIG HÅNDBOG



Forfatterliste

Kap	Indhold	"Tovholder"	Dansk hjælp	Svensk hjælp	Norsk hjælp
1	Forord - formål med håndbogen	Lars Gaarn Jensen	SSTT's arbejdsgruppe	Bjørn Widman	Lars Hagen
2	ISTT's virke og historie	Gert Fischer	John Castle	Per Hådel	Sverre Haug
Planlægning og planlægningsredskaber					
3	Vandledninger	Gerda Hald	Hjort Lorensen	Bengt Melin	Arve Hansen
3.1	Planlægning af vandledningers fornyelse		Peter Bohn	Hans Bäckman	Rolf Nakken
3.2	Valg af metode til fornyelse af vandledninger		Verner Kjeldsen		Rolf Lauritzen
3.3	Fornylse af stikledninger	Per Jacobsen			Sveinung Sæggrov
3.4	Lækagesporing	Ejgil Pedersen	Finn Bækkegaard Kurt Brinkmann	Björn Lithman	Sven Arvo Valdor
4	Afløbsledninger	Gerda Hald	Hjort Lorensen	Stefan Indahl	Vidar Eikeset
4.1	Planlægning af afløbsledningers fornyelse		Per Hallager	Bengt Melin	Kjell Harald Kopseng
4.2	Valg af metode til fornyelse af afløbsledninger		Claus Møller Pedersen	Dag Lauvås	
4.3	Fornylse af stikledninger	Per Jacobsen	Carsten Cronquist		
4.4	TV-inspektion	Bo Laden		Thomas Månsson	Steinar Nilo
5	Udbud af NO DIG opgaver		Morten Steen Sørensen		
6	Soical cost - miljø	Erling Holm	Finn Bækkegaard	Hans Bäckman	Dag Lauvås
Udførelsesmetoder					
7	Rensning af ledninger	Peter Hjortdal	Peter Bohn	Göran Gardell	Jan Flagstad
8	Strømper	Peter Ellegaard	Palle Sax Holm Lars Gaarn Jensen	Stefan Indahl Roland Lindberg	Per Chr. Nordby Hans Petter Johnsen
9	Sliplining	Peter Bohn	Lars Gaarn Jensen	Bengt Mattsson	
10	Close fit foringer	Franz Cuculiza		Rune Johansson	Frode Berteig Rolf Dalby
11	Paneler	Hans Tøttrup		Thomas Månsson	Øistein Olimb Svein Haaland
12	Rørsprængning	Tommy Bro Christensen	Peter Bohn	Jan Erik Svedlund	Orla Sandum
13	Styret boring, herunder telearbejder	Michael Thomsen	Gunnar Thomsen	Sven Styrud	Rolf Lauritzen Tor Erik Olimb Frode Berteig Trond Båsum
14	Gennempresning og microtunnelling	Rene Oppenhagen	Ole Sinding	Sven Styrud	Rolf Lauritzen Trond Båsum
15	Brøndrenovering	Gunnar Hansen	Martin Rye Andersen Garsten Gai	Thomas Månsson	Tor Erik Olimb
16	Kabelføring i ledninger	Christian Lerche	Johnny Kristensen	Stefan Indahl	Per Kristiansen
Materialer, standarder, kontrolordninger					
17	PE rør til No-Dig branchen	Jens Olesen	Erik Guldbæk	Ingemar Björklund	Jan-Erik Oddevold Steinar Trageton
18	ISO og CEN standarder	Inge Faldager		Hans Bäckman	Jan-Erik Oddevold Bjørn Børstad
19	Kontrolordninger	Morten Steen Sørensen		Stefan Indahl	Odd Lieng
Fremtiden					
20	Fremtiden/udvikling	Claus Møller Pedersen	Hans Martin Friis Møller Morten Steen Sørensen Lars Gaarn Jensen	Bo Johansson	Tormod Spigseth
Index, ordbog og litteratur					
21	Index/indholdsfortegnelse	WTC			
22	Ordbog	WTC	Per Romdahl	Hans Bäckman	Sverre Haug
23	Litteraturlister, web/links	WTC			

Kvalitetskontrolgruppe:

Jens Lystbæk
Hjort Lorensen
Per Jacobsen
Hans Martin Friis Møller
Stefan Indahl
Lars Hagen
Odense Teknikum

Redaktionsgruppe:

Gerda Hald
Claus Møller Pedersen
Finn Bækkegaard
Lars Gaarn Jensen
Benny Hagelskjær
Tina Juul Madsen

Indledning

Forord – formål med håndbogen
Historien om ISTT

Planlægning og planlægningsredskaber

Vandledninger
Afløbsledninger
Udbudsbetingelser
Social cost – miljø

Udførelsesmetoder

Rensning af ledninger
Strømpeforinger
Sliplining
Close-fit foringer
Paneller
Rørsprængning
Styret boring, herunder telearbejder
Gennempresning og microtunnelering
Brøndrenovering
Kabelføring i ledninger

Materialer, standarder, kontrolordninger

PE rør til NO-DIG branchen
ISO og CEN standarder
Kontrolordninger

Fremtiden

Fremtiden/udvikling

Index, ordbog og litteratur

Index
Ordbog
Litteraturliste og weblinks
Appendix A

1 Forord - formål med håndbogen

2 Historien om ISTT

2.1	Etableringen af ISTT (1980-1986)	1
2.2	Den internationale udvikling og organisering (1987 til i dag)	1
2.3	Affiliated societies (nationale organisationer)	2
2.4	Internationale NO-DIG konferencer og udstillinger	3
2.5	NO-DIG awards	4
2.6	ISTT og fremtiden	4

SSTT - Scandinavian Society for Trenchless Technology

Opgravningsfrie installations- og renoveringsmetoder kan her i starten af dette århundrede fejre 25 års jubilæum. Mange systemer har set dagens lys de seneste år, og stort set alle har fundet anvendelse, og er fortsat i brug. Der hersker ingen tvivl om systemernes egnethed, hvilket ses ud fra de høje kvalitetskrav og de lange levetider, der opnås. En mangelvare har været opsamling af den viden, som de mange store som små initiativtagere har haft i anvendelse. Der undervises ikke i de systemer, der anvendes her i starten af dette århundrede, og som fremdeles vil gennemgå en forrygende udvikling, og det til trods for, at metoderne fortsat udvikles. En udvikling, der forventelig omfatter endnu højere kvalitetskrav til de færdige projekter samtidig med konkurrencedygtige priser. Det må forventes, at de store fejl og mangler i de skandinaviske ledningsnet vil blive hjulpet af disse mange eksisterende systemer, men også komme til at nyde godt af de mange nye tekniske tiltag, som branchen til stadighed vil udvikle.

For mere end 10 år siden blev der igangsat et skandinavisk samarbejde omkring opgravningsfrie ledningsarbejder.

Scandinavian Society for Trenchless Technology – i daglig tale kaldt SSTT – blev etableret med det formål at finde og udbrede, men også at forske og udvikle nye teknikker til opgravningsfrie renoverings- og installationssystemer.

SSTT har en selvstændig arbejdsgruppe i de tre skandinaviske lande, som samarbejder gennem en fælles skandinavisk styrelse. Det var derfor en mærkedag, da SSTT's skandinaviske styrelse enstemmigt vedtog at bevilge et større

beløb til en håndbog til gavn for opgravningsfrie installations- og renoveringsmetoder. Med yderligere økonomisk støtte fra institutioner, kommuner og entreprenører var det økonomiske grundlag for igangsætning af projektet "SSTT NO-DIG HÅNDBOG" på plads. Ved udarbejdelse af håndbogen har en lang række personer i de skandinaviske lande medvirket som skribenter og medskribenter på de enkelte emner, ligesom der redaktionelt har været repræsentation fra SSTT's medlemslande. Det unikke ved SSTT, som et tværfagligt forum, har også vist sin betydning, idet der har medvirket personer fra bygherrer, producenter, rådgivere og entreprenører ved håndbogens udarbejdelse.

For at sikre så fuldstændt et teknisk grundlag som muligt, blev der udpeget et redaktionsudvalg, bestående af kommende brugere af håndbogen, som skulle gennemlæse og vurdere det samlede materiale. Ideen med bogen er at opsamle den foreliggende viden og gøre denne brugbar for ledningsejerne og alle de instanser, som er beskæftiget med at vedligeholde de mange nedslidte ledningsnet. Endvidere er bogens formål at fremtage et egnet produkt til brug for de mange, som frekventerer de forskellige institutter og læreanstalter, hvor der undervises i miljørelaterede problemer omkring det komplekse vand- og afløbsret.

Der er – som det fremgår af ovenstående – mange mennesker, som har udført et meget stort arbejde med fremstilling af denne SSTT NO-DIG HÅNDBOG. Alle har arbejdet ulønnet, og der kan derfor ikke siges tak nok for den indsats, som der her er leveret af de mange skribenter.

En stor tak til alle aktive omkring dette interessante projekt.



SSTT
SKANDINAVIEN
MAJ 2002

Gert Fischer
formand for
SSTT

Bjørn Widman
formand for
den svenske arbejdsgruppe

Lars H. Hagen
formand for
den norske arbejdsgruppe

Lars Gaarn Jensen
formand for
den danske arbejdsgruppe

2.1 Etableringen af ISTT (1980-1986)

Historien om ISTT går tilbage til starten af 1980'erne, hvor en række ingeniører i England begyndte at stille spørgsmålstejn ved effektiviteten af at anvende konventionelle opgravningsteknikker i forbindelse med renovering og ny-anlæg af ledninger i jorden.

En af disse personer var Ted Flaxman, som i en tale i 1980 henledte opmærksomheden på den ineffektivitet, der var til stede ved anvendelsen af åbne udgravninger og den betydelige belastning og afbrydelse, dette medførte for trafikken. Han understregede samtidig betydningen af de potentielle skader af infrastruktur-mæssig karakter, der fulgte med opgravningerne af gader og veje.

Senere samme år dannedes en arbejdsgruppe om opgravningsfrie metoder til at vurdere alternative konstruktions- og udførelsesmetoder. En samtidig international undersøgelse fokuserede på et igangsat pionerarbejde omkring mikrotunnellering i Japan og Tyskland, og på mulighederne for anvendelse af opgravningsfrie metoder i England til at renovere eksisterende ledninger. Det stod klart, at opgravninger tilvejebragte de samme problemer i store dele af verden, og at der flere steder aktivt søgtes efter løsninger. Dette resulterede i, at arbejdsgruppen i 1983 blev afløst af en organisationskomite med det formål i 1985 at afholde en konference herom.

Under forberedelserne hertil drøftedes et passende navn for disse nye teknikker og navnet NO-DIG blev udvalgt. Konferencen og den tilhørende udstilling blev til "NO-DIG 85", der afholdtes i London i april 1985. Til konferencen udarbejdedes indlæg fra bl.a. Australien, Japan, Tyskland og USA, hvilket dermed skabte det internationale grundlag for konferencen. Westtrade stod for arrangementet, og der deltog 67 firmaer og 385 delegerede.

En af foredragsholderne var Dr. Satoru Tohyama, som på det tidspunkt var vicepræsident for Japans Sewage Works Agency. Han medbragte en større delegation af entreprenører og maskinproducenter fra den hurtigt voksende industri på mikrotunnelleringsområdet. Denne indsats skulle vise sig at blive starten på et langt og frugtbart samarbejde mellem ISTT og Dr. Tohyama, som i 1995 blev tildelt ISTT's guldmedalje, og som fungerede som ISTT's præsident fra 1998 til 2001.

I løbet af konferencen afholdt organisationskomiteen en lang række møder med henblik på at udnytte tilstedeværelsen af repræsentanter fra mere end 25 lande. Arrangementets succes viste, at der var et behov for en international organisation til at varetage udveksling af informationer om disse nye teknikker, organisere fremtidige konferencer og forestå etablering af et tidsskrift til at formidle den nye viden. Ved afslutningen af konferencen var der enighed om, at et internationalt organ skulle stiftes.

På denne baggrund stiftedes ISTT den 8. september 1986 under navnet International Society for Trenchless Technology, en non-profit organisation under engelsk lov og på basis af 12 "Guarantors". Ted Flaxman og Peter Banks udpegedes som "Directors". John James valgtes som teknisk sekretær og David Dacam udpegedes som sekretær. Som medlemsblad valgtes Underground, der udsendte sit første kvartalsnummer i april 1987. Det forblev officielt medlemsblad, indtil det i oktober 1993 afløstes af NO-DIG International.

2.2 Den internationale udvikling og organisering (1987 til i dag)

I de følgende måneder promoverede den nyudpegede ledelse ISTT via deres internationale kontakter. Et af resultaterne blev en aftale om sammen med US Water Pollution Control Federation i fællesskab at afholde NO-DIG 88 i Washington DC.

I mellemtiden blev den anden internationale konference afholdt i 1987 ligeledes i London, og det blev en stor succes. Den dannede baggrund for det første møde i en ny "International Committee" med repræsentanter fra USA, Japan, Tyskland, England og Holland. Denne komites andet møde afholdtes under NO-DIG 88 i Washington, der som arrangement tiltrak en betydelig deltagelse fra internationalt hold og medvirkede til at fastslå organisationens troværdighed. Samtidig annoncerede hollænderne etableringen af det første nationale society.

Med ISTT's voksende aktiviteter afløstes David Dacam i november 1988 af John Sutro. Samtidig trak Ted Flaxman sig tilbage fra sit rådgivningsfirma for dermed at kunne hellige ISTT en større arbejdsindsats.

Der viste sig snart behov for en ny struktur for ISTT til i højere grad at afspejle den internationale status for organisationen. Det blev derfor besluttet at tilbyde hvert nationalt society at udpege en person til en bestyrelsespost som director i ISTT under forudsætning af, at den nationale organisation formelt tilsluttede sig ISTT og bidrog til det økonomiske grundlag.

Det første møde i denne nye udvidede bestyrelse fandt sted i Hamburg i oktober 1991 under NO-DIG 91. Ni repræsentanter fra syv lande deltog, og ISTT's internationale status var hermed fastslået. Den internationale status har efterfølgende afspejlet sig i formændenes vekselende nationaliteter. Ted Flaxman afløstes i oktober 1993 af Michel Mermet fra Frankrig. I marts 1996 overtog Rolf Bielecki fra Tyskland formandsposten, og han overlod den i september 1999 til Gert Fischer fra Danmark. Det næste formandsskifte vil finde sted i maj 2002, hvor Ray Sterling fra USA bliver ny formand.

Praksis med udpegning af vicepræsidenter, der påbegyndtes i 1987, er videreført med de nuværende, som er Menno Henneveld, formand for det australske society og Dietrich Stein fra Tyskland. Samtidig har Ted Flaxman fortsat arbejdet for ISTT som Chairman Emeritus.

ISTT's daglige arbejde varetages af en generalsekretær (Executive Secretary) med basis i

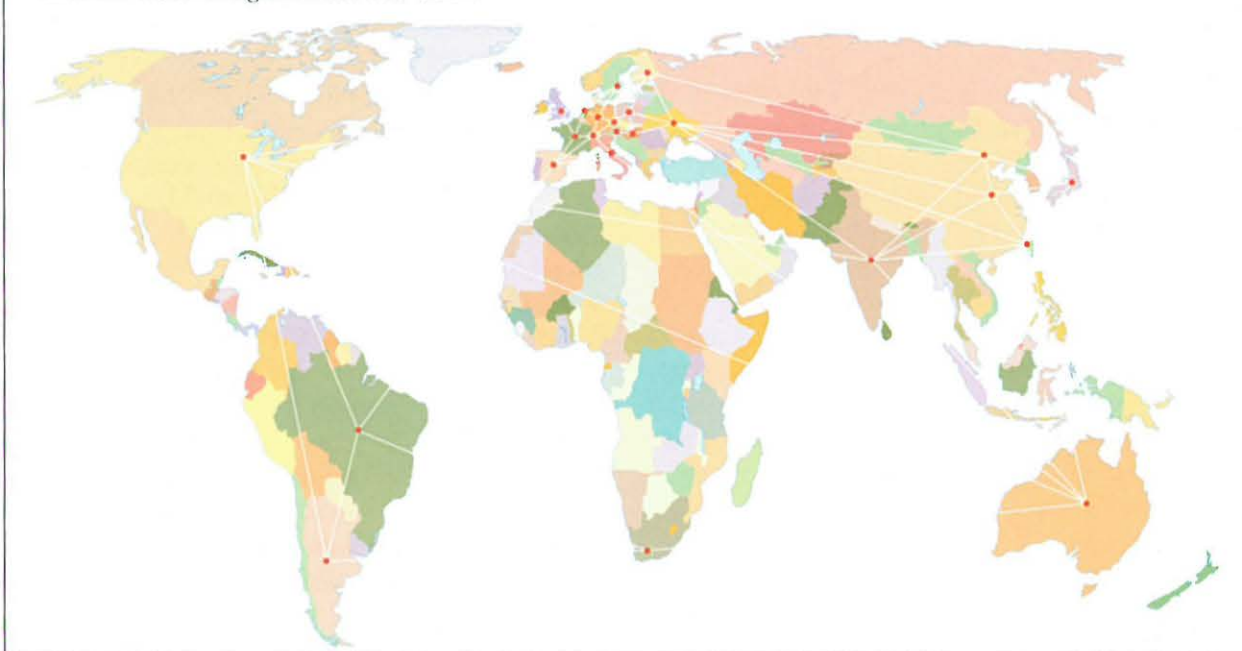
London. Eftersom den samlede bestyrelse på nu ca. 30 medlemmer kun mødes en gang om året er der etableret et forretningsudvalg (ESC), bestående af den afgående formand, den nuværende formand, den kommende formand samt 1-2 andre medlemmer. Dette forretningsudvalg mødes kvartalsvis og varetager på bestyrelsens vegne de overordnede spørgsmål.

Den nuværende generalsekretær er John Castle, der i 1998 afløste John Sutro. Han bistås af en sekretær og en deltids teknisk sekretær. Sidstnævnte job varetages efter John James' pensionering af John Heavens.

2.3 Affiliated societies (nationale organisationer)

Den oprindelige organisationskomite gjorde sig fra begyndelsen klar, at ISTT ikke selv kunne gøre sig håb om effektivt at udvikle interesse eller arrangere aktiviteter i de lande, hvor udviklingen i de opgravningsfrie renoveringsmetoder var i fremmarch. Det blev derfor hilst særdeles velkommen, da hollænderne i 1988 annoncerede dannelsen af det første nationale society, dels for at blive optaget i ISTT, dels for at kunne organisere afholdelsen af et NO-DIG arrangement i Rotterdam i 1990. I 1989 dannedes et svensk society, der det følgende år efterfulgtes af Frankrig, Tyskland og Nordamerika.

Kort over nationale organisationer som SSTT.



Hermed var mønstret for den fremtidige udvikling af ISTT fastlagt. Virksomheder og individuelle interesserede i lande uden en national forening kunne starte som medlemmer af ISTT direkte. Nye nationale societies dannedes efterfølgende og blev tilsluttet ISTT, når det lokale medlemskab havde nået en vis størrelse.

Som en del af finansieringen af ISTT's aktiviteter opkræves en årligt afgift baseret på antallet af virksomheder og individuelle medlemmer. Herudover finansieres de løbende udgifter ved indtægter fra de årlige NO-DIG arrangementer samt fra salg af diverse ydelser.

Det samlede medlemstal for ISTT har været i stabil vækst fra 1.280 i 1989 til 3.958 i 1999. En reorganisering af bl.a. det nordamerikanske society i 1999 og 2000 har imidlertid reduceret medlemstallet til ca. 3.500 pr. 1. januar 2002.

De større nationale societies har etableret sig med web-sites, med organiserede årlige konferencer/udstillinger og med faste arbejdsgrupper til belysning af tekniske spørgsmål. Såvel i Frankrig som i England afholdes "NO-DIG Live" arrangementer med praktisk demonstration af NO-DIG teknologier. 13 societies har indtil nu i samarbejde med ISTT afholdt International NO-DIG Conferences/Exhibitions, og der er en stærk indbyrdes konkurrence om at afholde de kommende års arrangementer.

Pr. 1. januar 2002 er der i alt 25 tilknyttede societies. Dog er Rusland og nu også Argentina af finansielle grunde for tiden ikke tilknyttet ISTT, mens Ungarn (HSTT) kun har et medlem.

2.4 Internationale NO-DIG konferencer og udstillinger

En af hovedopgaverne for ISTT er at organisere de internationale NO-DIG konferencer og udstillinger. Siden 1987 er de afholdt mindst en gang årligt; i 1990, i 1992 og i 1997 afholdtes dog to konferencer for at dække regionale behov. I de seneste år har konferencestedet vekslet mellem at være i veludviklede markedsområder og nye markedsområder, hvor ISTT bevidst har ønsket at sprede kendskabet til og fordelene ved NO-DIG teknikkerne og understøtte udviklingen i anvendelsen af disse teknikker. Siden 1990 er afholdelsen af disse konferencer sket i et joint venture mellem ISTT og det nationale society.

Det primære formål med disse konferencer er via præsentationer og diskussioner af forud udarbejdede skriftlige indlæg at tilvejebringe en mulighed for at udbrede viden og praksis om NO-DIG metoderne. Siden 1985 er over 700 indlæg fra mere end 1200 forfattere blevet præsenteret ved konferencerne. Alt materiale, indtil 1999 i trykt form, siden i elektronisk form, udgør en enestående samling af oplysninger om udviklingen i NO-DIG teknikkerne og er en uvurderlig baggrund af tekniske og markeds-mæssige oplysninger og forhold. ISTT overvejer for tiden mulige veje til via ISTT's hjemmeside at gøre disse data let tilgængelige, og som et første step udarbejdes oversigter over indholdet ved hver af de tidligere konference.

De til konferencerne knyttede udstillinger giver producenter og entreprenører rige muligheder for at markedsføre deres produkter og ydelser til potentielle kunder. Indtil i dag har der været opstillet mere end 1800 stande. Disse udstillinger er afgørende for det økonomiske grundlag for afholdelse af konferencerne og udgør i øvrigt et betydeligt bidrag til finansieringen af såvel ISTT's virke som de nationale societies' aktiviteter.

I forbindelse med visse af konferencerne har der været etableret lokale work-sites, hvor deltagere og andre gæster ved selvsyn kunne se anvendelsen af NO-DIG teknikkerne i fuld skala. Bedste eksempel herpå er arrangementet i København i 1994, hvor der over tre dage var mulighed for at bese de igangværende arbejdspladser.

Den tredje og formentlig væsentligste funktion af NO-DIG arrangementerne er at skabe et forum for uformelle diskussioner mellem producenter, entreprenører, rådgivere og kunder, samt andre interesserede fra alle egne af verden. Dette sker bl.a. i forbindelse med de sociale arrangementer, der er knyttet til konference og udstilling, og som afspejler de lokale kulturer. Siden 1985 har mere end 14.000 deltagere nydt godt af disse muligheder.

Ud over egne NO-DIG arrangementer sponsorerer ISTT special/regional konferencer om udvalgte emner. I 1995 gennemførte ISTT i samarbejde med IWSA en konference om bly i ledninger, hvilket var kulminationen på et arbejde udført af en arbejdsgruppe under ISTT. Samme år sponsorerede ISTT en konference og udstilling i Warszawa om udviklingen i Øst- og

Centraleuropa. I 1995 støttede ISTT Trenchless Asia i Singapore; et tilsvarende arrangement vil finde sted i Hong Kong i slutningen af 2002.

I februar 2001 gennemførte ISTT i samarbejde med de Forenede Nationer (UNEP) og Westtrade Trenchless Egypt, en NO-DIG konference, hvilket var det første arrangement i Mellemøsten. Konferencen bestod af to parallelle sessioner, hvor den ene var orienteret mod lokale entreprenører og ingeniører og dermed målrettet mod de lokale forhold. Den anden målgruppe var inviterede offentlige beslutningstagere på regeringsniveau og fra forsyningsselskaber med det formål at formidle viden og træning i de miljømæssige fordele ved anvendelse af NO-DIG metoder ved nyanlæg og vedligeholdelse af forsyningsledninger. Dette samarbejde mellem ISTT og FN vil blive videreført og videreudviklet i de kommende år.

Ud over markedsføringen via de internationale NO-DIG konferencer har ISTT anvendt såvel diverse publikationer som – især på det seneste – Internettet til at sprede kendskabet til og fordelene ved anvendelse af NO-DIG. ISTT publikationerne omfatter en Ordbog over NO-DIG terminologier (Glossary of Trenchless Terminology), samt "Trenchless Guidelines", der er en detaljeret oversigt over mulighederne for renovering ved hjælp af NO-DIG metoder. Informationen i Guidelines spænder fra inspektion og vurderinger af ledninger til udvælgelse af passende teknologier til at kontrollere slutresultatet. Publikationen markedsføres af ISTT, men kan af medlemmer også downloades i pdf-format fra ISTT's hjemmeside. Publikationen er af enkelte societies blevet oversat til respektive nationale societies eget sprog.

Herudover udgiver ISTT en årbog, som giver potentielle brugere mulighed for at finde og kontakte producenter, udbydere og entreprenører inden for alle områderne af NO-DIG teknikkerne. Denne mulighed samt mange andre faciliteter er nu tilgængelige på ISTT's hjemmeside (www.ISTT.com), der for nylig har gennemgået en væsentlig opgradering med henblik på at kunne dække medlemmernes behov. ISTT samarbejder endvidere med forlaget Elsevier om at udgive magasinet "Trenchless Technology Research", som indeholder fagligt bedømte artikler inden for en bred vifte af emner.

Det sidste element i ISTT's informationstilvejebringelse er det officielle medlemsblad, først Underground, siden 1993 NO-DIG International (NDI). NDI udsendes nu månedligt til alle medlemmer af ISTT og de nationale societies som en del af medlemstilbudene. I NDI offentliggøres tekniske og markedsnæssige artikler omfattende alle områder af NO-DIG.

2.5 NO-DIG awards

ISTT har siden 1986 hvert år uddelt en pris til organisationer og virksomheder, der på en ekstraordinær måde har bidraget til at udbrede anvendelsen af NO-DIG metoder. Uddelingen finder sted i forbindelse med de årlige internationale NO-DIG arrangementer, og dommerkomiteen består af bestyrelsesmedlemmerne af ISTT, der vil sige repræsentanterne for de enkelte nationale societies.

2.6 ISTT og fremtiden

Siden 1995 har arbejdet i ISTT været tilrettelagt på baggrund af en strategi- og handlingsplan, der blev vedtaget i København i 1994. Med denne plans udløb i 2001 tiltrådte bestyrelsen på sit møde i Perth i Australien en ny handlingsplan for perioden 2001 til 2005. Der er heri opsat mål for de kommende år samt anvist midler til at nå disse mål, herunder i særlig grad fokuseret på medlemmernes ønsker og behov. Handlingsplanen er planlagt offentliggjort på ISTT's hjemmeside.

3 Vandledninger

3.1	Planlægning af vandledningers fornyelse	1
3.2	Valg af metode til fornyelse af vandledninger	2
3.3	Jura/lovgivning vedrørende stikledninger - danske forhold	4
3.4	Planlægning af stikledningers fornyelse	5
3.5	Valg af metode til fornyelse af stikledninger	6
3.6	Lækagesporing	7

4 Afløbsledninger

4.1	Planlægning af afløbsledningers fornyelse	1
4.2	Valg af metode til fornyelse af afløbsledninger	3
4.3	Jura/lovgivning vedrørende stikledninger	5
4.4	Planlægning af stikledningers fornyelse	6
4.5	Valg af metode til fornyelse af stikledninger	10
4.6	TV-inspektion - fotomanualen	11

5 Udbudsbetingelser

5.1	Udbudsbetingelser i Danmark	1
-----	---------------------------------------	---

6 Social cost - miljø

6.1	Samfundsomkostninger	1
6.2	Produkters livscyklus og miljørigtig projektering	2

3.1 Planlægning af vandledningers fornyelse

Vandværker har som målsætning, at kunderne til enhver tid har adgang til forsyning af godt og rent drikkevand. Forsynings sikkerheden skal være høj, og leveringen skal ske miljørigtigt. En fornuftig planlægning af ledningsnettets fornyelse er for de fleste vandforsyninger af væsentlig betydning for, at ovennævnte målsætning kan opretholdes.

Det er ikke muligt at udstikke generelle retningslinier for, hvilket renoveringsbehov der vil være for den enkelte vandforsyning, fordi det vil være afhængig af lokale forhold som f.eks. ledningsnettets alder, rørmaterialer, trykforhold og jordbundsforhold. Det er derfor nødvendigt, at der i hver vandforsyning foretages en undersøgelse af fornyelsesbehovet, så man får mulighed for en langsigtet planlægning af de ofte store investeringer, som renovering af ledninger erfaringsmæssigt medfører.

Traditionelt er renoveringsplanlægning i vid udstrækning baseret på oplysninger om ledningsbrud, idet antallet af registrerede brud på den enkelte ledningsstrækning gennem tiden har været taget som udtryk for den pågældende lednings tilstand.

Den detaljerede planlægning af ledningsnettets fornyelse er imidlertid en dynamisk proces, der ikke kun er afhængig af antallet af lækager. Fastlæggelse af, hvilket år de enkelte ledningsstrækninger skal renoveres, er afhængig af en række faktorer, der løbende ændres. De væsentligste faktorer, der er bestemmende for fornyelsesplanlægningen, er:

- Forbrugerne, omverdenen og social costs
- Økonomi
- Ledningsnettets fysiske tilstand
- Driftsmæssige forhold

Inden for ovennævnte områder kan der opstilles kriterier, som kan indgå i udvælgelse af ledninger, der skal fornyes.

Forbrugerne, omverdenen og social costs

Manglende tryk eller utilfredsstillende forsyningssikkerhed og dårlig vandkvalitet kan være med til, at ledningsrenovering igangsættes. Ledninger, der betjener mange forbrugere og eventuelt vandforbrugende virksomheder, bør renoveres forud for mindre "kundetunge" ledninger.



Drøftelse af renoveringsmetode på ledningsnettet.

Ledninger med en beliggenhed, hvor ledningsbrud er meget generende, f.eks. i stærkt trafikerede gader eller gågader, bør renoveres for ledninger med en mindre kritisk beliggenhed.

Økonomi

Koordinering med andre ledningsarbejder og vejarbejde vil ofte indebære en økonomisk gevinst, der bør indgå, når en fornyelse planlægges. Renovering af flere ledninger i samme områder vil tilsvarende oftest være økonomisk fordelagtig i forhold til renovering af enkeltstrækninger.

Ledningsnettets fysiske tilstand

Oplysninger om, hvor mange ledningsbrud der har været på de enkelte ledningsstrækninger, er som ovenfor nævnt det traditionelle kriterium for fornyelse af ledninger. Men også ledningsnettets alders- og materialefordeling kan være elementer i fornyelsesplanlægningen.

Driftsmæssige forhold

Ledninger med en placering, der gør, at lækager er særligt vanskelige at udbedre, bør opprioriteres i fornyelsesplanlægningen. Det kan være ledninger, der er utilgængelige på grund af andre ledninger og kabler, eller ledninger, der på grund af trafik kun kan repareres om natten.

Grundlaget for en fornyelsesplan er relevante data om bl.a. ledningsnettet. Data fra følgende materiale kan inddrages i planlægningen:

- Resultater fra gennemførte vandtabs- og lækageundersøgelser
- Ledningsoplysninger
- Ledningsnetsanalyse og -beregninger
- Ledningsnetsdatabase
- Øvrige ledningsejeres fornyelses- og anlægsplaner
- Vejmyndighedernes planmateriale for belægningsarbejder
- Vandbehovsprognoser
- Vandforsyningsplan
- Kommuneplan
- Forbrugerklager

Når det relevante datamateriale er tilvejebragt, skal der foretages en systematisering af data, indberetninger o.l. Dette vil gøre det muligt at få overblik over, hvor fornyelsesbehovet trænger sig på.

Danske Vandværkers Forening udgav i 1995 en vejledning om fornyelsesplanlægning. På europæisk plan er edbværktøjet, CARE W (Computer Aided REhabilitation of Water Networks) ved at blive udviklet.

Endelig skal nævnes, at der findes teknologier, der ved indvendig inspektion skulle kunne måle restgodstykkelser i metalliske rørledninger (også støbejern). Et projekt, der er under udvikling i Norge, hviler på RTM-teknikken (Resonance Thickness Measurement).

3.2 Valg af metode til fornyelse af vandledninger

Ved valg af NO-DIG metode skal de opstillede funktionskrav til ledningen og en vurdering af tekniske forhold ved arbejdets udførelse indgå. Ligeledes skal de økonomiske forhold og de sociale omkostninger ved arbejdets udførelse indgå i metodevalget.

I vurderingen af de mulige metoder, der kan vælges ved en opgravningsfri ledningsfornyelse, vil blandt andet indgå følgende forhold:

- Fremtidig funktion af eksisterende ledning
- Reduktion af tværsnitsareal
- Krydsende ledninger
- Nødvendige forberedelser
- Hastighed ved udførelsen
- Pris

Funktionskrav

Grundlæggende skal funktionskravene for ledningen kendes.

Hvad angår ledningstype, kan der være tale om en:

- Råvandsledning på et indvindingsanlæg
- Transportledning til råvand eller rentvand
- Hovedledning
- Forsyningsledning
- Stikledning

Ledningstypen har betydning for omfanget af midlertidig vandforsyning og omlægninger under ledningsfornyelsens gennemførelse.

Kravene til ledningens vandføring og tryktab skal fastlægges, og der skal på det grundlag gennemføres en hydraulisk analyse. Det er helt afgørende for den fremtidige lednings tilfredsstillende funktion, at de hydrauliske forhold er nøje analyseret. Kun derved kan det sikres, at ledningen får en dimension, så den vil være vel-fungerende i alle driftssituationer. Ledningen skal have tilfredsstillende strømningshastighed og tryktab for den maksimale vandmængde og må samtidig ikke have unødigt små hastigheder med deraf følgende risiko for lange opholdstider for vandet i ledningen ved normale driftssituationer. Med det fald, der generelt har været i vandforbruget gennem seneste mange år, vil en reduktion af ledningsdimensionen ofte være mulig eller måske ligefrem nødvendig for at undgå for ringe udskiftning af vandet. Dette betyder, at flere NO-DIG metoder kan komme på tale.

Ud fra den hydrauliske analyse - for transportledninger vedkommende suppleret med en trykstødsanalyse - bestemmes ledningens maksimale driftstryk og dermed den fremtidige trykklasse. Da PE-rørs indvendige diameter som bekendt varierer med trykklassen, har man naturligvis måttet vælge en trykklasse allerede ved den første hydrauliske analyse. En senere ændring af rørets trykklasse gør det derfor nødvendigt at gentage ledningsnetberegningen.

Tekniske forhold

Det har stor betydning for valg af metode at kende de forhold, som ledningsfornyelsen skal gennemføres under.

Grundlæggende skal det eksisterende rørs materiale samt antal og type af fittings (stik, ventiler, brandhaner og bandager mv.) kendes.

Det er vigtigt at kende længden af ledningsstrækninger, der vil kunne fornyes uden mellemliggende opgravninger. Her er antallet og

placeringen af stikledninger interessant, ligesom afspærringsventiler og lufthaner samt retningsændringer inklusive deres vinkeldrejning skal lokaliseres. Normalt vil hver af disse installationer kræve en opgravning. Dette gælder uanset, hvilken NO-DIG metode der vælges ved arbejdet.

Den eksisterende lednings lægningsdybde har betydning på den måde, at en større dybde alt andet lige vil forøge omkostningerne for det nødvendige gravearbejde. Dette indebærer, at metoder for lange renoveringsstræk og et minimum af gravearbejde bliver mere fordelagtige.

Andre tekniske forhold, der kan være væsentlige, er den eksisterende lednings jordbunds- og funderingsforhold. Hvordan er mulighederne for at grave i jorden? Hvordan er grundvandsstanden og jordlagenes vandførings-ejne? Hvis ledningen eksempelvis er pælefunderet, vil metoder, hvor den gamle lednings bæreevne forsvinder, som fx rørsprængning, normalt ikke kunne anvendes.

Overflade- og trafikforholdene på ledningsstrækningen indgår i vurderingen af betingelserne for udførelse af fornyelsen. Ligger ledningen i et landbrugsområde, i et område med parcelhuse eller i et tæt bebygget område? Er der hovedfærdselsårer med kraftige vejbelægninger i området?

Under en ledningsrenovering skal forsyningen til forbrugerne sikres i hele perioden ved en ofte kostbar etablering af midlertidig vandforsyning eller midlertidige omlægninger. Hvis arbejdet drejer sig om stikledninger og forsyningsledninger, vil midlertidig forsyning altid være nødvendig. Indgår der også hovedledninger i fornyelsen, vil arbejdet på disse ledninger normalt kunne udføres uden midlertidige omlægninger af forsyningen, hvis der er tale om en større vandforsynings distributionsnet. Foregår arbejdet i en mindre vandforsyning, vil fornyelsen af hovedledninger ofte nødvendiggøre midlertidige omlægninger af forsyningen.

Ved alle NO-DIG metoder skal der være mulighed for rensning og skylning af den fornyede ledning, og der skal ved flere metoder være mulighed for at rense den eksisterende ledning for aflejringer før fremføring af den nye ledning. I visse geografiske områder kan der på grund af klassificeringen af vandløb nær ledningen være skrappe betingelser for udledning af skyllevand til en sådan recipient. Dette giver

begrænsninger i mulighederne for skylning og rensning af ledningen, og derfor bør forholdene ved rensning og skylning indgå i planlægningen af ledningsfornyelsen.

Økonomi

De økonomiske forhold ved en ledningsfornyelse vil ofte have stor betydning for valg af metode. Der skal foretages en samlet vurdering af anlægs- og driftsudgifter. Vælges den generelt billigste renoveringsmetode - sliplining - vil det indebære en reduktion af ledningens tværsnitsareal på 25-50%. Det medfører for uændret vandmængde en forøgelse af strømningshastigheden af samme størrelsesorden og dermed et væsentligt større tryktab og tilsvarende større driftsudgifter. Det må derfor i hvert enkelt tilfælde sikres, at vandmængderne fastlægges så præcist som muligt, så de hydrauliske analyser bliver pålidelige, og så der kan opstilles tilstrækkeligt gode økonomiske overslag over både anlægs- og driftsudgifter.

Etablering af udgravninger til nedføring og modtagelse af nye ledninger er kostbare, specielt i byområder med vejbelægning for tung trafik. Derfor vil metoder med de færreste og mindste opgravninger normalt være mest attraktive af økonomiske årsager. Disse metoder vil samtidig have den fordel, at de giver færre gener for såvel trafikken som beboerne i området. Omfanget af skæring i asfalt og mængden af jord til opbevaring og eventuel bortkørsel vil blive reduceret med de positive virkninger på miljøet, som det medfører i form af mindre støj, mindre luftforurening og mindre forbrug af sand og grus mv. Hvor flere ledningsejere og vejmyndighed udfører et koordineret projekt, kan den anførte argumentation falde anderledes ud med hensyn til valg af metode til fornyelse.

Anlægsomkostningerne inden for de forskellige NO-DIG metoder kan ikke betragtes isoleret, men skal ses i relation til de anlægsforhold, hvorunder arbejdet udføres, hvorfor det er vanskeligt at fremdrage økonomiske fordele for én metode frem for en anden.

Sociale omkostninger

En lang række forhold ved en ledningsfornyelse er væsentlige for selve processen, men ikke for funktionen af den færdige ledning. Det er bl.a. de såkaldte sociale faktorer. De ovenfor nævnte trafikgener og ulemper, som opgravninger, støj

og luftforurening medfører, kan have direkte økonomiske konsekvenser som omsætningsnedsættelse for forretninger mv. og kan også have indirekte økonomiske omkostninger som følge af tidsstab på grund af f.eks. langvarige forstyrrelser af trafikken. Men de samme forhold har også sociale konsekvenser/omkostninger i form af gener for beboere i området i deres dagligdag, for personer der driver forretning eller på anden måde arbejder i det berørte område samt for kunder til forretninger og andre virksomheder. Alle disse personer vil opleve daglige gener mht. adgang, parkering og støj mv., der samlet kan give irritationer, medføre sundhedsmæssige risici og give forringet livskvalitet.

Valget af metode ved en ledningsfornyelse vil således ofte indebære en påvirkning af de sociale forhold foruden virkningen på de funktionsmæssige og økonomiske forhold. Det er dog ikke så enkelt, at et valg altid giver effekt i samme retning på alle områder. Tværtimod vil der som oftest være tale om at skulle afveje tekniske, økonomiske og sociale hensyn mod hinanden og ud fra en samlet betragtning vælge den mest hensigtsmæssige løsning.

Fornyelse af stikledninger

Ledningsforbindelsen mellem det almene vandværks forsyningsledning og en ejendoms indendørs vandinstallation kaldes i daglig omtale for stikledningen eller vandstikket.

Regulativmæssigt skelnes mellem stikledningsdelen i offentligt areal og jordledningsdelen på privat grund, hvor ejendommens grundgrænse mod fortov eller vej danner skel.

3.3 Jura/lovgivning vedrørende stikledninger – danske forhold

I gældende normalregulativ for private vandforsyninger fra 1996 og kommunale vandforsyninger fra 1981 er der overensstemmelse i spørgsmålet om, hvem der ejer og vedligeholder henholdsvis stikledningen og jordledningen.

Om stikledningen med eventuelle afspærringsanordninger anføres, at:

- den anlægges af, vedligeholdes af og tilhører vandforsyningen
- den skal udføres af autoriserede VVS-installatører eller vandforsyningens personale
- hver ejendom normalt skal have sin særskilte stikledning

- den normalt skal indlægges fra forsyningsledningen i den gade eller vej, hvortil ejendommen har facade (adgangsvej)
- den i særlige tilfælde kan forsyne to eller flere ejendomme. Vilklarene herfor skal være fastsat i en deklaration, godkendt af vandforsyningen og tinglyst på de respektive ejendomme
- ejendommenes ejere bekoster udfærdigelse af deklaration og tinglysning
- der ved fremføring over privat grund skal sikres retten til dens anlæg, benyttelse og vedligeholdelse ved deklaration, der tinglyses på den/de respektive ejendomme
- vandforsyningen kan omlægge den, hvis der på ejendommen sker udstykning, væsentlige ændringer i vandforbruget eller foretages ombygningsarbejder eller lignende, som indebærer, at stikledningen skal ændres. I så fald må ejendommens ejer afholde omkostningerne til omlægningen. Tilsvarende gælder, hvis ejeren selv ønsker stikledningen omlagt
- vandforsyningen kan afbryde stikledningen til en ubenyttet ejendom ved forsyningsledningen for ejerens regning
- ejeren skal omgående give vandforsyningen meddelelse om indtrufne eller formodede fejl, herunder utætheder ved stikledning og stophane
- brugeren af et vandindlæg skal snarest anmelde enhver fejl til ejeren

Om jordledningen anføres, at

- den etableres af, vedligeholdes af og tilhører grundejeren
- den defineres som en vandinstallation i jord
- arbejder med jordledninger må kun udføres af autoriserede VVS-installatører eller vandforsyningens personale
- vandforsyningen kan forlange jordledningen ændret ved ombygning af en ejendom, hvis det anses for nødvendigt af hensyn til ejendommens kommende vandforbrug
- målerbrønde udføres således, at vandmåleren holdes frostfri, og at brønden forsynes med et forsvarligt dæksel
- ejeren skal sørge for, at konstateret eller formodet utæthed på jordledningen snarest muligt gennemgås og i fornødent omfang bringes i orden

- vandforsyningen på baggrund af formodede utætheder på jordledningen kan forlange fornøden udbedring, udført ved ejerens foranstaltning og for hans bekostning
- brugeren, som har den kontraktmæssige ret til at benytte jordledningen, snarest anmelder konstaterede eller formodede fejl til ejeren
- kommunalbestyrelsen efter indstilling fra vandforsyningen kan lade arbejde udføre for ejerens bekostning, når denne forsømmer de forpligtelser, som efter ovenstående påhviler ham

Mange vandforsyninger arbejder stadig med regulativer, som afviger fra normalregulativerne.

Nogle har f.eks. valgt at strække stikledningsansvaret hen over grundgrænsen til afspærringsanordning, placeret én meter inde på privat grund. I tvivlstilfælde om praksis og ejerskab m.v. anbefales at indhente en erklæring fra den aktuelle vandforsyning.

Norske forhold

VA-nettet i Norge er delt mellem det offentlige og private ved stikledningens tilslutning. Det vil sige, at stikledningen – strækningen del mellem hovedledning og ejendom frem til forbrugsstedet – ejes af den enkelte forbruger. De private har dermed det fulde ansvar for, at anlægget er funktionsdygtigt, samt for forhold, som kan skyldes fejl mv. på det private anlæg.

Arbejdet på det private net er reguleret af den norske vandforsyningslov – Vannressursloven:

- Plan- og bygningsloven (PBL) af 28.06.1996 (seneste revision)
- Diverse forskrifter til PBL inkl. godkendelseskataloget udarbejdet af det norske bygningsinspektorat (Statens byggetekniske etat)
- Ren vejledning til teknisk forskrift udgivet 1997
- Standardreglementet for sanitære installationer (sanitæranlegg)
- Kommunernes såkaldte regulativ for vandtilslutning og kloakering (sanitærreglement)
- Norges standardiseringsråd (standardiseringsforbund)

3.4 Planlægning af stikledningers fornyelse

Ved tilslutning af ejendomme i nyudstyknings anvendes traditionel opgravning, når der ud-



Renovering af vandledning tæt på husfundament.

stykkes på jomfruelig jord. Udstykkes i bebygget område, f.eks. på tidligere industrigrunde, eller udstykkes mindre lommer i et gadestrog ved såkaldt "huludfyldning", kan NO-DIG med fordel anvendes, når der skal tages hensyn til eksisterende veje, huse og ledningssystemer.

Ved udskiftning af stik- og jordledninger anvendes efterhånden udelukkende NO-DIG metoder, hvor det er praktisk muligt.

I ældre bykvarterer, hvor husene ligger helt ud til fortov eller gågade, vil traditionel opgravning fra forsyningsledning til husfundament være mest praktisk i den side af gaden, hvor forsyningsledningen er placeret.

Som oftest er udskiftning af stik- og jordledninger led i en planlagt totalrenovering af forsyningsnettet.

Renovering af vandledning i parcelhuskvarter.



Lækagemæssigt tegner jordledninger sig for en betragtelig procentdel af en vandforsynings lækagetab. Derfor er det vigtigt at få udskiftet de jordledninger, som aldersmæssigt og materialemæssigt ikke lever op til den renoverede del af forsyningsnetssystemet. Det er i vandforsynings egen interesse at få udskiftet et så stort antal som muligt, da jordledninger er en fysisk integreret del af vandledningssystemet. Ofte savnes oplysninger om jordledningens beskaffenhed. Dette er særligt udtalt for ældre bebyggelsers vedkommende.

Omkostninger i forbindelse med udskiftning af jordledningen påhviler som nævnt grundejereren. Vandforsyningen kan ikke påkræve en udskiftning, med mindre der kan påvises et lækagetab. Ved målrettet information og evt. tilskudsordning til grundejerne kan der imidlertid opnås en udskiftning på over 80%, se efterfølgende eksempel på informationsbrev med tilbud til grundejerne.

Informationsmaterialet kan formålstjenligt følges op af konkrete tilbud fra lokale VVS-installatører efter annoncering om arbejdets udførelse.

Sker en udskiftning på grund af konstateret utæthed eller inkrustation med forringet vandføring til følge, fastlægger vandforsyningen dimension, rørmateriale og samle metode.

Dimensionering efter danske regler

I henhold til Norm for vandinstallation, DS 439, bør der ikke anvendes rørdimensioner mindre end 32 mm.

Tryktabet kan bestemmes ved hjælp af et diagram. Som oftest er det nøjagtigt nok at anvende en forenklet beregning, baseret på den dimensionsgivende vandstrøm pr. bolig på 1,6 l/sek.

Det disponible tryk, $P_{disp.}$, til overvindelse af tryktab i stikledningen skal være lig med eller større end 0,05 mVS pr. meter ledning.

I vandforsyningskredse regnes forsyningstryk normalt i mVS (meter VandSøjle) i stedet for Pascal fra det normale SI-system. Det skyldes, at det er lettere at bedømme et resultat, som gives i mVS (tryk i mVS over terræn eller som trykkoten i mVS over DNN (Danske Normal Nul)).

Normalt anvendes rørstørrelserne $\varnothing 32$ mm, $\varnothing 40$ mm og $\varnothing 50$ mm plast med fællesbetegnelsen PE (Poly Etylen). Hvor der i jordlagene er

fare for diffusion af f.eks. kulbrinter eller klorede opløsningsmidler, anvendes diffusionstætte PE-rør med metalbelægning.

Ønskes stikledningen tillige anvendt til lægesporing af kulbrinter på en servicestation, anvendes lavdiffusionstætte PEL-rør.

3.5 Valg af metode til fornyelse af stikledninger

Under fællesbetegnelsen jordfortrængningsmetoder anvendes 2 forskellige metoder: **Styret underboring eller jordfortrængning med raket (i daglig tale skydning med jordraket).**

Styret underboring er karakteriseret ved anvendelse af boremudder og behov for ekstra plads til boregrej i udgravning eller kælderrum. Den rektangulære udgravning er orienteret med den lange side på tværs af vejen. Herved kommer håndtering og montering af borestænger let i karambolage med langsgående kabler i udgravningen.

Anvendelse af boremudder under tryk kan forårsage utilsigtet terrænhævning, hvor borehovedet møder uhomogene og porøse jordlag. Metoden er pr. definition styrbar. Styret underboring anvendes med fordel ved fremførsel af lange stikledninger.

Jordfortrængning med raket kan foretages både fra rendeudgravningen og fra en ejendoms kælder. Metoden er ikke pladskrævende, idet

Forboret hul i kælder til indføring af jordraketten.





Typisk situation hvor der skydes med jordraketen fra en kælder.

kompressorudstyr m.v. placeres oven for udgravningen/kælderrum.

Ved fremførsel fra kælder forbores et hul i kældermuren til indføring af jordraketten.

Metoden er ikke styrbar. Retningsafvigelse ved raketspidsens møde med f.eks. uhomogene lag, større sten eller fremmedlegemer forekommer hyppigt.

3.6 Lækagesporing

Baggrund

For at opnå en optimal drift af kildepladser, behandlingsanlæg og ledningsnet er det vigtigt, at vandforsyningen har et overblik over og styr på størrelsen af vandtabet.

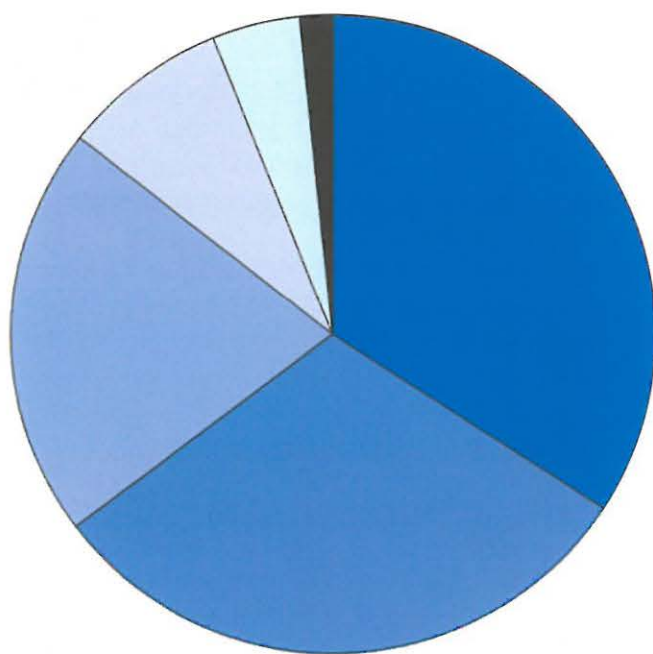
Vandtabet vil påvirke vandforsyningens økonomi, det omkringliggende miljø og endvidere have forsynings- og sikkerhedstekniske konsekvenser.

De økonomiske konsekvenser omfatter ekstra udgifter til drift af:

- indvindingsanlægget
- behandlingsanlægget
- transport af vand og "strafafgift" til den danske stat. (hvis tabet er større end 10 % - se nedenstående figur)

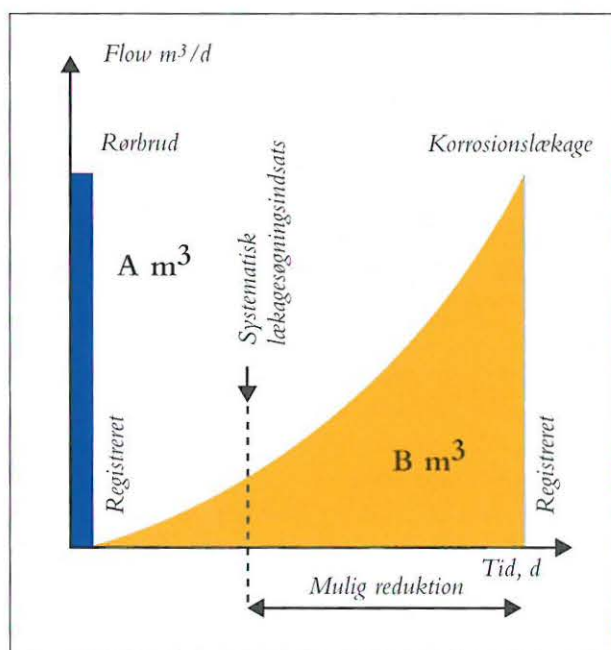
Endvidere kan ledningsejere blive ikendt en erstatningspligt for skader, der forvoldes på tredje mands ejendom af udstrømmende vand fra en lækage. En dansk højesteretsdom af 18. august 1983 pålægger ledningsejeren dette objektive ansvar. Nærmere om sagen og vandforsyningens erstatningspligt er beskrevet i Dansk Vandværkers Forenings kursusbog nr. XXXIII, 1984 (se referencer).

Danske byers tabsprocenter på det offentlige ledningsnet



Figuren viser, at 38 % af de vandforsyninger, som har indberettet til vandforsyningsstatistikken, har et vandtab, over 10 %.

	≤ - 6 % = 45 vandforsyninger
	7 - 10 % = 39 vandforsyninger
	11 - 15 % = 27 vandforsyninger
	16 - 20 % = 15 vandforsyninger
	21 - 25 % = 6 vandforsyninger
	≥ - 26 % = 3 vandforsyninger



Diagrammet viser, at pludselige opståede rørbrud - areal A - giver et stort vandtab, men registreres og reparerer hurtigt. De store vandtab på ledningsnettet er de snigende korrosionslækager - areal B - som udvikler sig gennem en årrække. Sådanne tab kan reduceres ved systematiske lækageundersøgelser.

I dommen begrundes dette objektive ansvar med, at "Skader som følge af brud opstået på den anførte måde findes som en vandforsyningsudgift at burde betales af den, der ejer den pågældende vandforsyning med tilhørende ledningsnet, og som ved sin tekniske og økonomiske planlægning af driften har mulighed for at tage risikoen for sådanne ikke upåregnelige skaders opståen i betragtning".

Et stort og ukontrolleret vandtab kan også betyde for tidlige/unødvendige investeringer i kapacitetsudvidelser på:

- indvindingsanlægget
- behandlingsanlægget
- distributionsanlægget ("flaskehalse")
- pumpeanlægget

Ovennævnte årsager betyder, at det er vigtigt at have styr på ledningsnettets tilstand, herunder undersøge det for "snigende lækager" (lækager der ikke har "meldt sig" i overfladen, og som over tiden vokser sig større og større - se figur ovenfor).



Billedet viser pludseligt opstået rørbrud på en 610 mm støbejernsledning, som gav et kalkuleret vandtab på 10.000 m³.



Billedet viser en korrosionslækage på et duktilt støbejernsrør, som har udviklet sig gennem flere år. Årligt kalkuleret vandtab var 375.000 m³.

Angående de forsynings- og sikkerhedstekniske konsekvenser skal man være opmærksom på, at store vandtab normalt er tegn på fejl i ledningsnettet, som kan medføre manglende tryk ("flaskehalse").

Endvidere kan udstømmende vand forårsage ting- og personskader. Og endelig kan lækager på ledningsnettet under uheldige omstændigheder medføre en tilbagesugning i ledningsnettet og have en negativ indflydelse på vandkvaliteten.

Sidst men ikke mindst vil det også - i sammenhæng med vandsparekampanjer - klæde den enkelte vandforsyning at have et acceptabelt vandtab ("feje for egen dør"), inden forbrugerne bedes om at spare på vandet (anvende drikkevandet med omtanke).

Lovgivning i Danmark

I de senere år har der været ekstra interesse omkring vandtabet specielt for vandforsyninger med et vandtab på over 10 %.

Den stigende interesse hænger sammen med skatteministeriets lovekendtgørelse nr. 6756 af 13. juli 1994 "Bekendtgørelse af lov om afgift af ledningsført vand" (se referencer).

For de almene vandforsyninger betyder loven, at de vandforsyninger, der har et vandtab større end 10 %, skal betale en afgift til staten - der p.t. udgør 5 kr./m³ ekskl. moms - for den del af vandmængden, der overstiger de 10 %.

Med henvisning til Vandforsyningsstatistik 1999 (se referencer) - der udgives af Danske Vandværkers Forening - betyder det, at en lang række vandforsyninger (ca. 25 %) af dem, der har angivet det procentvise vandtab i 1999, må betale en "strafafgift" til staten varierende fra ca. 4.500 kr. til godt 1 mio. kr.!

Vandtab

Vandtabet (det totale vandtab) - er differencen mellem den udpumpede og den afregnede vandmængde - og kan opdeles i:

- Et "ægte vandtab", som omfatter det vand, der løber ud ved utætheder på ledningsnettet (utætheder på ledningsnettet mellem produktionsmåler og forbrugsmåler).
- Et "uægte vandtab", der hovedsageligt består af vandforbrug, der ikke bliver målt eller ikke bliver målt korrekt.

Hvorledes, det ægte og uægte vandtab indgår i den "udpumpede vandbalance", fremgår af skemaet herunder.

En fornemmelse af, hvor stor en procentdel de forskellige former for vandtab bidrager med, fremgår af data baseret på en svensk undersøgelse, se skema øverst næste side.

Udpumpet vandmængde	Autoriseret forbrug	Afregnet autoriseret forbrug	Afregnet målt forbrug (inkl. eksporteret vand)	Indtægter for anvendelse af vand
			Afregnet umålt forbrug	
		Ikke afregnet autoriseret forbrug	Ikke afregnet forbrug.	Ingen indtægter for anvendelse af vand
			Ikke afregnet målt forbrug	
	Totale vandtab	Uægte vandtab	Uautoriseret forbrug	
			Unøjagtighed i måling - dråbetab m.m.	
		Ægte vandtab	Lækagetab i ledningsnettet	
			Lækagetab/overløb fra beholdere/tårne	
			Lækagetab i jordledninger	

Vandtab	Min. %	Max. %	Bemærkninger
Lækage på ledningsnettet	6	16	Ægte vandtab
Udskylning af vandledninger	0,2	2	Uægte vandtab
Udskylning af kloakledninger	0,1	1	Uægte vandtab
Brandslukning	0,05	0,1	Uægte vandtab
Aftapning af hensyn til frostskafer	0	1	Uægte vandtab
Umålt forbrug til entreprenører	0,2	0,5	Uægte vandtab
Fejl ved vandmålere	Plus/minus 1	Plus/minus 2	Uægte vandtab
I alt	8	23	

Hvis man ikke har mulighed for at opstille en fordeling over det totale vandtab som den svenske, men kun har en oversigt over det totale vandtab, kan følgende tommelfingerregel anvendes til at bestemme det ægte vandtab:

- Ca. 75% af det totale vandtab hidrører fra det ægte vandtab

Data fra Vandforsyningsstatistik 1999 (se referencer) viser (se skema herunder) en meget stor spredning på henholdsvis det procentvise og det specifikke totale vandtab.

Min.-max.		Min.-max.	Bemærk.
Vandtab	%	m ³ /km/år	Totale vandtab
	0,9 - 37	17 - 2577	

Ægte vandtab

I denne sammenhæng er det det ægte vandtab, der vil blive behandlet.

Årsagerne til et ægte vandtab kan henføres til:

- Rørbrud
- Utætte rørforbindelser
- Utætte komponenter (ventiler, luftudladere, brandhaner m.fl.)
- Utætte vandtårne/højdebeholdere

En parameter, der har indflydelse på størrelsen af det ægte vandtab, er vandtrykket - jo større vandtryk, jo større vandtab. For at minimere det ægte vandtab bør driftstrykket i anlæg, ledningsnet m.m. ikke være større end, hvad en tilfredsstillende forsyning til forbrugere kræver.

Da det er bedre at forebygge end at helbrede, skal der både i projekteringsfasen, i anlægsarbejdets udførelse og i driftsfasen tages højde for:

- Kvalitetssikring af materialeleverancer (check for transportskafer o.a.)
- Kvalitetssikring af gravearbejde og lægning af rør - fundering, lægning, trafikbelastning m.m.
- Drift - trykstød i forbindelse med pumpe-drift samt trykstød i forbindelse med arbejde på ledningsnettet fyldning, tømning og manøvrering af ventiler.

Det kan betale sig at udarbejde retningslinier for ovennævnte og dermed have et værktøj, der kan være med til at minimere det ægte vandtab.

Lækageudstrømning

At det er betragtelige vandmængder, der kan udstrømme fra en lækage, fremgår af nedenstående eksempler.

Nominal diameter (mm)	Materiale	Bruddets udseende	Tryk mVS	Vandtab m ³ /h
100 mm	Grå støbejern	Knækket - brud hele vejen rundt - revnens bredde 1mm	30	ca. 17
		5 mm tærehul	30	ca. 1
		10 mm tærehul	30	ca. 4

Metodeoversigt

Med forholdsvis beskedne ressourcer kan lækagetabene reduceres væsentligt. Det kræver dog, at man går rationelt til værks.

Dette bestyrkes også af tommelfingerreglen, som angiver, at 20 % af lækagerne medfører 80% af vandtabet.

En rationel systematisk overvågning/undersøgelse af ledningsnettet kan foretages på følgende måder:

1. Kontinuerlig kontrol af nattimeforbruget.
2. Oversigtskontrol af natminimumsforbruget.
3. Områdemåling af natminimumsforbruget.
4. Tabsmålinger i forud inddelte områder.
5. Korrelationsmåling og lytning.
6. Kontinuerlig overvågning.
7. Efterkontrol.

ad 1.

På mindre komplekse anlæg – hvor der f.eks. arbejdes med en "fast" natkapacitet ved fyldning af en enkelt højdebeholder/vandtårn – kan man ud fra fyldningskurvens hældning på niveauskriverværket få et fingerpeg om, der er problemer. Er hældningen på kurven fladere end normalt, kan årsagen skyldes lækage på nettet.

Ved mere komplekse anlæg (flere vandværker og højdebeholdere) må vurderingen af natforbruget omfatte oplysninger om den aktuelle vandproduktion samt opmagasineringen i beholderne/tårnene. Oplysningerne kan evt. indhentes fra SRO-anlægget (måske er en mere nøjagtigt registrering af niveauet i beholderne nødvendig). Målingerne bør foretages med fastlagte terminer (faste uger hvert år).

ad 2.

Der kan også udarbejdes en oversigtskontrol via niveaumålinger på højdebeholder(ne)/tårnnet(ene) inden for en trykzone eller flere. Indpumpningen fra rentvandspumperne stoppes, og afsænkningen over tid måles i beholderne med præcisionsniveaumålere. Målingerne foretages kl. 02.00 – 04.00 – hvor der normalt er et natminimumsforbrug.

Afviser disse målinger fra et "normal nattimeforbrug" (se senere), kan det skyldes lækage på ledningsnettet. Hvis det "normale nattimeforbrug" ikke er konstant på grund af vandforbrug (industri, sygehuse eller andre storforbrugere), vil det være nødvendigt at kende disse

forbrug – eventuelt via fjernoverførelse af disse forbrugstal. Som alternativ til niveaumåler kan der monteres måler ved højdebeholderen.

ad 3.

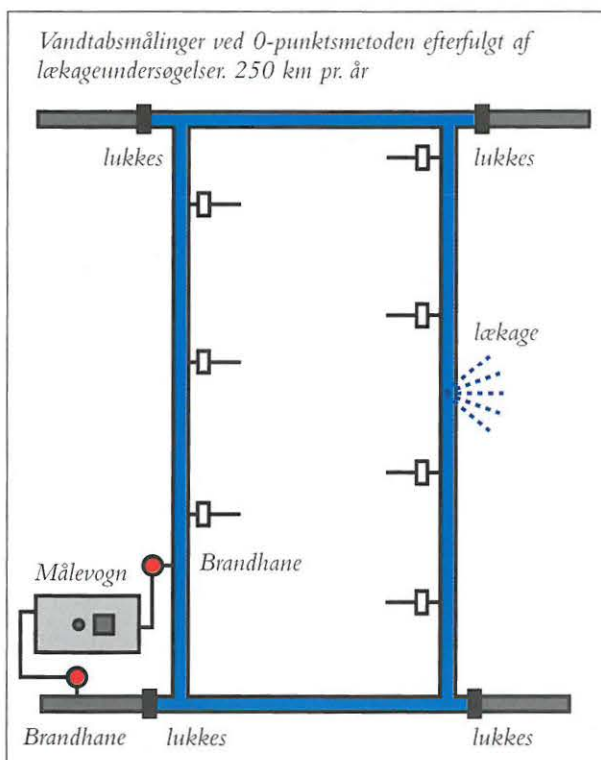
En mere detaljeret natkontrol af forbruget kan foretages ved at opdele forsyningsområdet, der forsynes fra den enkelte højdebeholder, i delområder.

Målingerne foretages i forbindelse med ventilaflukninger i de enkelte områder samtidig med en registrering af forbruget fra beholderen. Ventilaflukningen i delområderne dirigeres (via radio/mobiltelefon) af den person, der også registrerer forbruget fra beholderen.

En tilsvarende måling kan foretages via faste målebrønde, der er placeret strategiske steder på ledningsnettet. Målerudstyr kan monteres fast eller periodevis i brøndene til registrering af forbruget inden for de enkelte zoner. Ud fra måleresultaterne kan der foretages en vurdering af, i hvilke områder der eventuelt skal foretages yderligere undersøgelser i form af mere detaljeret flowmåling eller korrelationsmålinger/lytning.

ad 4.

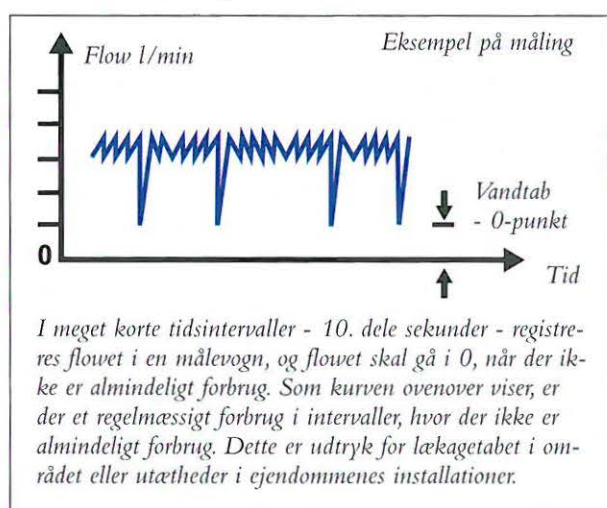
Måling af "0-forbrug" i et mindre område kan foretages – om natten – ved, at et område afluk-



kes og kun forsynes fra en brandhane uden for området til en brandhane inde i området.

For at sikre at de ventiler, der aflukker området, er tætte, foretages en "tæthedskontrol". Kontrollen foretages ved at lukke for vandtilgangen til området og tappe vand fra en brandhane inde i området (gerne en højtbeliggende beliggende brandhane). Falder vandtrykket (stopper udstømningen af vand fra brandhansen) samtidig med, det ikke genopbygges, er ventilerne, der aflukker området, tætte.

Hvis registreringen af forbruget til området er større end det tilladelige natteforbrug, skal området undersøges nærmere.



ad 5.

Lækagesøgning ved hjælp af korrelationsmåleudstyr og elektroakustisk (brummetone) udstyr er kendte metoder. Metoderne bør dog indgå - i forbindelse med en af de ovennævnte metoder - til finlokalisering af lækagen for at opnå en rationel systematik i lækagesøgningen.

ad 6.

En kontinuerlig overvågning af ledningsnettet, hvor forbruget følges døgnet rundt - via SRO-anlæg - vil være mulig på mindre komplekse anlæg. På større anlæg kan der på strategiske steder opstilles målebrønde med måleudstyr, der

sender måleresultaterne til SRO-anlægget, og man kan således løbende få data ind om nettets tilstand og dermed også oplysninger, der kan indikere, om der er problemer i forhold til fastsatte værdier for et normal natteforbrug/vandtryk.

ad 7.

Efter at have udbedret fundne lækager skal der igen foretages målinger på højdebeholder, måling i delområder og kontrolmålinger. De nye værdier vurderes og udgør referenceværdier ved efterfølgende målinger.

Efterkontrol - med korrelationsmåle-/elektroakustisk udstyr - på ledningsstrækningen, hvor der er foretaget reparation af en lækage, er også nødvendigt. Den fundne lækage kan eventuelt have overdøvet lyden fra mindre lækager.

Acceptabelt vandtab

Der er tidligere omtalt et "normalt natteforbrug". Hollandske undersøgelser (se referencer) angiver dette til:

0,5 – 1,5 liter/person/time.

Andre undersøgelser omkring acceptable vandtab, der kan anvendes til at vurdere ledningsnetets tilstand, er vist i nedenstående skema (se referencer).

Endvidere har Stuttgart Vandforsyning foretaget undersøgelser af helt nye ledningsnets tæthed i flere områder. De områder, der blev undersøgt, havde 35 – 50 stikledninger pr. km forsyningsledning. Resultatet af målingerne angiver et acceptabelt totalt vandtab på 3 liter/minut/km, hvilket svarer til ca. 4,3 m³/døgn/km, hvilket passer meget godt med tallene i skemaet.

Det fremgår endvidere af undersøgelserne fra Stuttgart, at de 3 liter pr. minut pr. km forsyningsledning fordeler sig med:

2 liter pr. minut pr. km ledning på husinstallationerne (uægte vandtab der skyldes vandtab, ikke målt eller ikke målt korrekt forbrug), og 1 liter pr. minut pr. km forsyningsledning – ægte vandtab.

Undersøgelse foretaget i	Alder på ledningsnet	Acceptabelt vandtab m ³ /døgn/km	Bemærkninger
Frankrig	Nyt Gammelt	3 5 – 7	Nyt < 20 år Gammelt > 20 år
Amerika	Nyt Gammelt	3.5 – 6 5 – 7	

Hvornår skal en lækage repareres?

Et fingerpeg kan være, at hvis man kan registrere lækagen med elektroakustisk (brummetone) udstyr, kan det også betale sig at reparere den. En medarbejder, der har stor erfaring i lækagesøgning, kan lytte sig til lækager, der har en størrelse på 8 – 12 liter pr. minut.

Resultat af en systematisk lækagesøgning.

Århus Kommunale Værker begyndte i 1989 at planlægge en systematisk lækageundersøgelse af ledningsnettet – hele ledningsnettet skulle være gennemgået inden for en 4 – 5 årig periode. I 1989 havde ledningsnettet en længde på ca. 1220 km og i dag (2000) en længde på ca. 1440 km.

Kravet til undersøgelsen var udover at få angivet lækagernes geografiske placering også at få

Systematisk lækagesøgning.



en vurdering af den udstømmende vandmængde fra den enkelte lækage.

Den systematiske undersøgelse blev foretaget ved at opdele ledningsnettet i delområder. I de enkelte områder blev foretaget en flowmåling (om natten) til grovlokalisering og bestemmelse af størrelsen på eventuelle lækager. Finlokaliseringen blev derefter foretaget ved hjælp af korrelator og elektroakustisk (brummetone) udstyr.

Det totale vandtab i 1989 var på 12,7 % (6,77 m³/døgn/km). I 2000 var det reduceret til 5,7 % (1,92 m³/døgn/km).

En opgørelse over forløbet fremgår af nedenstående skema.

Sammenfatning

En systematisk søgning efter lækager på ledningsnettet kan være et møjsommeligt og omkostningskrævende arbejde. Er det det værd? Det vil altid være et spørgsmål om, hvad indsatsen koster, og hvad der kan spares ved at reducere vandtabet. Valg af og udvikling af rationelle metoder vil lette arbejdet og reducere omkostningerne til lækagesøgning.

Andre faktorer end økonomiske kan også have indflydelse på planlægningen af en systematisk lækagesøgning på ledningsnettet:

- En aflastning af rensningsanlægget!
- En forbedring af vandkvaliteten (tilbagesugning).
- "Feje for egen dør"

År	Undersøgt ledningslængde	Fundne lækager	Samlet vandtab fra de fundne lækager	Bemærkninger
	km	Antal	Liter/minut	
1989	313	23	1180	1. gennemgang
1990	320	12	609	
1991	267	28	1090	
1992	169	11	2150	
1993	330	6	410	2. gennemgang
1994	260	7	615	
1995	250	5	210	
1996	286	38	1830	
1997	223	12	880	
1998	328	8	455	3. gennemgang
1999	183	3	280	

Eksempel på informationsbrev med tilbud til grundejerne

Vedr.: Ejendommen (adresse på ejendommen)

Udskiftning af Deres private vandstikledning.

Som led i den løbende udskiftning af ældre og udtjente vandledninger går vi nu i gang med at lægge nye vandrør i (vejens navn). Arbejdet forventes at starte **ca. 4. februar** og ventes afsluttet **ca. 1. marts 2002**.

Vore erfaringer viser, at den private del af stikledningen fra skel til ejendom sandsynligvis viser samme alderstegn, som Vandforsyningsnet.

Hvis ejendommens vandforbrugere skal have den fulde gavn af Vandforsyningsnet udskiftning, kan det derfor være nødvendigt også at udskifte den private del af stikledningen.

Denne udskiftning vil medføre en mere stabil vandmængde og et bedre tryk. Samtidig nedsættes risikoen for brud og de dermed forbundne omkostninger til reparation, vandskade, øvrige følgeskader samt eventuelt efterbetaling af forspildt vand.

For at sikre at vandledningsnettet bliver så tæt som muligt, og dermed spare på vandressourcerne, lægger Vandforsyningen megen vægt på, at denne udskiftning foretages.

Vandforsyningen tilbyder derfor følgende:

- gratis at levere et nyt rør til stikledning i dimension op til 63 mm og i en længde op til 25 m (ved større dimension og i større længder skal merprisen betales).
- gratis at foretage sammensvejsning af ledningerne ved skel.
- at yde et tilskud på kr. ? + moms til arbejdets udførelse. (Beløbet skal være fratrukket regningen til Dem fra VVS-installatøren/entreprenøren).

Der vil være både praktiske og økonomiske fordele for Dem ved at foretage udskiftningen, mens Vandforsyningen arbejder i gaden. Ønsker De at benytte Dem af denne mulighed, bedes De meddele os, hvilken VVS-installatør der skal udføre arbejdet. Så koordinerer vi arbejdet.

De bedes kontakte ledningsassistent , tlf. nr. hurtigst muligt. Træffetid: mandag til torsdag kl. 7.00 - 15.00 og fredag kl. 7.00 - 12.00.

Vandforsyningens udskiftning af vandrørene i offentlige arealer (gader, veje, fortove) er uden ekstra udgifter for forbrugerne, idet omkostningerne er indregnet i vandprisen.

Med venlig hilsen

4.1 Planlægning af afløbsledningers fornyelse

Ved planlægning af fornyelse af afløbsledninger er der en række parametre, som i større eller mindre omfang bør indgå i overvejelserne:

- Datagrundlag
- Ledningernes fysiske tilstand
- Ledningernes betydning for det samlede afløbssystems funktion
- Ledningernes tilgængelighed
- Ledningernes driftsmæssige tilstand
- Ledningernes hydrauliske tilstand
- Miljømæssige overvejelser
- Koordinering med øvrige ledningsejere og myndigheder

Datagrundlag

Enhver god planlægning forudsætter et godt datagrundlag, og jo større afløbssystemer, der er tale om, jo større er behovet.

Planlægningen af ledningsfornyelsen hjælpes godt på vej ved anvendelse af ledningsregistreringssystemerne. Systemerne består af en databasedel og en CAD-del.

Databasedelen indeholder og strukturerer alle de nødvendige informationer om ledningssystemets fysiske og geografiske egenskaber, mens CAD-delen muliggør præsentation af databasens informationer sammen med andre typer af relevante baggrundsinformationer.

Vilkårlige delmængder af data kan således præsenteres i det tema og på den baggrund, som er mest hensigtsmæssig for den pågældende planlægningsopgave. Herved tilvejebringes et overblik over afløbssystemet og dets tilstand, som især i store systemer kan være vanskeligt at danne sig.

Ledningernes fysiske tilstand

Ledningerne fysiske tilstand er en væsentlig og indlysende parameter for planlægningen af fornyelse af afløbsledninger.

Den fysiske tilstand kortlægges ved TV-inspektion, som i Danmark udføres under Dansk TV-inspektions Kontrolordning (DTVK) (se afsnit 4.6). Alle TV-inspektionens data importeres i databasen, hvorefter observationerne kan visualiseres v.h.a. ledningsregistreringsprogrammerne. TV-inspektionen rapporteres også med et fysik indeks (FI), som kan udregnes for hver enkelt ledningsstrækning på baggrund af de observerede fejl i ledningerne. Indekset varierer fra

0 (fejlfri ledning) til 10 (defekt ledning) og giver i planlægningsfasen et godt overblik over, hvilke ledninger, der trænger mest til fornyelse. Det fysiske indeks bør dog ikke anvendes som eneste afgørende parameter for en fornyelse, men kan bruges som indledningsvis prioritering af ledningsstrækninger til fornyelse.

Ledningernes betydning for det samlede afløbssystems funktion

Prioritering af fornyelsen bør tage hensyn til, at ikke alle ledninger er lige vigtige for afløbssystemets samlede funktion. Konsekvensen af, at der sker sammenbrud på f. eks. en samleloak, er meget større, end hvis det tilsvarende sker på en lille detailledning i opstrøms ende af systemet:

- Langt flere "forbrugere" påvirkes, og flere kældre sættes under vand
- Overløbsbygværker vil træde i kraft, og recipienter belastes af urensset spildevand
- Følgeskader kan være store, f.eks. bortskylning af materiale omkring rørene med underminering og sætningsskader til følge
- Omkostningerne til afhjælpning af følgeskader og til interimisforanstaltninger (f.eks. overpumpning) kan blive betragtelige

Ledningernes tilgængelighed

Ledninger, som er placeret på sådanne steder, så de er utilgængelige – eller meget vanskeligt tilgængelige – bør have større opmærksomhed end andre ledninger. Dette gælder f.eks. ledninger placeret under stærkt trafikerede veje, forretningsstrøg, jernbanespor, vandløb, bygninger samt ledninger i vandførende lag (flyde), ledninger i meget stor dybde osv.

Omkostningerne til udbedring af sammenbrud på sådanne ledninger vil selvsagt være meget store og ofte have betydelige konsekvenser. Derfor bør forebyggende vedligeholdelse/fornyelse anvendes.

Ledningernes driftsmæssige tilstand

Den daglige drift af afløbssystemet giver en masse information, som man kan drage nytte af, når fornyelsen planlægges.

Driftspersonalet, som har den mest direkte og daglige kontakt med ledningsanlægget, opbygger en viden om, hvordan systemet opfører



Driftspersonale i gang med inspektion.

sig, og især hvor dets svagheder findes. Denne viden bør anvendes af planlæggerne i det omfang, dette er muligt. Det kan imidlertid være vanskeligt at få overblik over denne type informationer. Derfor er der udviklet forskellige typer af software, som kan strukturere og præsentere oplysninger af driftsmæssig karakter. Disse programmer knytter sig til ledningsregistreringsprogrammerne.

Højtryksspuling i afløbsledningerne giver ligeledes et indtryk af, hvor der er problemer. Gentagne højtryksspulinger, for at holde bestemte ledningsstrækninger i drift, eller registrering af store slammængder ved højtryksspuling indikerer, at der kan være behov for at iværksætte ledningsfornyelse.

Rotteplage er i mange tilfælde et udtryk for, at afløbssystemet er i dårlig stand og skal derfor indgå som en del af det samlede billede. Endelig bør henvendelser fra borgere og brugere af afløbssystemet registreres systematisk. En kortlægning af den type henvendelser fra den daglige drift giver også informationer, der kan bruges i planlægningsfasen til at udpege problemområderne.

Ledningernes hydrauliske tilstand

Utilstrækkelig kapacitet i dele af afløbssystemet kan være den direkte anledning til at gennemføre et ledningsfornyelsesprojekt. Især ledninger i fællessystemer kan – efterhånden som de tilsluttede oplande udvides, og befæstelsen af arealerne øges – med tiden få utilstrækkelig kapacitet, hvorved afløbssystemets formåen ikke længere lever op til kommunens målsætninger.

Systemets hydrauliske svagheder kendes som regel til en vis grad af de medarbejdere, som beskæftiger sig med den daglige drift, og vil også afspejles i de henvendelser om vand i kældre eller på terræn, som registreres fra borgere og brugere.

For at lokalisere og karakterisere problemerne præcist er det imidlertid nødvendigt at iværksætte målinger og beregninger. Dette gøres hyppigst i en afløbsmodel ved hjælp af et EDB-program (f.eks. MOUSE/SAMBA-programmet). I afløbsmodellerne foretages derefter en hydraulisk dimensionering af ledninger og tilknyttede bassiner og bygværker, sådan at afløbssystemet som helhed fremover kan opfylde de fastsatte mål, når fornyelsen af systemet i oplandet er afsluttet.

Miljømæssige overvejelser

Der er gennem de senere år kommet stadig større fokus på belastning af recipienterne fra de regnbetingede udløb fra afløbssystemerne, altså aflastninger fra overløbsbygværker og bassiner under kraftige regnskyl. Disse forhold drøftes med recipientmyndigheden i forbindelse med forhandling om udledningstilladelser.

Hvis disse drøftelser resulterer i krav om reduktion af aflastningerne, vil dette naturligvis medføre indgreb i afløbssystemet. Disse indgreb dimensioneres m.h.t. hydraulikken ligeledes i en EDB-afløbsmodel. Der kan være tale om etablering af bassiner og pumpestationer m.m., men omlægning af en eller flere ledningsstrækninger kan også blive nødvendig, og dermed kan disse overvejelser altså spille en væsentlig rolle i planlægningen af den samlede ledningsfornyelse.

Afløbsledningernes tæthed spiller også en rolle i de miljømæssige overvejelser. Utætte ledninger giver risiko for indsvivning af grundvand eller udsivning af spildevand. Indsvivning af grundvand giver unødvendig hydraulisk belastning af ledningerne, øgede udgifter til pumpning, større belastning af renseanlæggene og dårligere forhold for renseprocesserne.

Udsivning af spildevand giver risiko for forurening af jorden og grundvandet.

Indsvivning af uvedkommende vand kan kortlægges ved at analysere spildevandspumpestationernes driftsmønster, suppleret med inspektion af spildevandsledningernes natlige vandføring (hvor vandforbruget må formodes at være meget lille) og evt. sporstofundersøgelser.

Ved sporstofundersøgelsen tilsættes et sporstof i en kendt koncentration til spildevandet opstrøms i afløbssystemet. Ved at måle fortyndingen af sporstoffet i spildevandet på dets vej ned gennem systemet, kan mængden af uvedkommende vand estimeres for hver delstrækning.

Udsivning af spildevand er særlig problematisk fra ledninger, som ligger i områder, hvor der indvindes drikkevand. Her kan det være nødvendigt at forny ledninger alene for at sikre, at der ikke sker udsivning.

Koordinering med øvrige ledningsejere og myndigheder

Der foregår mange infrastrukturelle arbejder i vejene, som planlægges og håndteres af en række forskellige forvaltninger og ledningsejere. Disse arbejder koordineres bl.a. med henblik på at:

- Undgå gentagne opgravninger i samme belægning
- Undgå at genere trafikafviklingen mere end nødvendigt
- Undgå at genere beboere og lodsejere mere end nødvendigt
- Undgå at genere handelslivet mere end nødvendigt

Udstrækningen af denne koordinering varierer geografisk og afhænger af mange forhold. De forskellige ledningsejere kan hver især have behov for mere eller mindre akutte indgreb, som ikke kan afvente en koordineret indsats. Dertil kommer, at de har ikke samme budgetter og dermed fornyelsestakt, og endelig kan der være forhold af politisk karakter, som vanskeliggør planlægning og koordinering.

For at koordinering skal lykkes, skal kontakten til de øvrige aktører i vejarealerne tages på et tidligt tidspunkt i planlægningsfasen. Ledningsejeres planer om ledningsarbejder, vejmyndighedens planer om belægningsarbejder og byplanmyndighedernes planer om anlægsprojekter bør rettes ind efter hinanden, så vidt dette er muligt.

4.2 Valg af metode til fornyelse af afløbsledninger

Fornyelse af en afløbsledning kan ske ved udskiftning i forbindelse med traditionel opgravning eller ved benyttelse af en renoveringsmetode. Mange faktorer har indflydelse på dette



Gennemgang af forhold for beslutning om renoveringsmetode.

valg, og såfremt valget falder ud til fordel for en renoveringsmetode, er der igen en række faktorer, der har indflydelse på valg af renoveringsmetode. Herudover bør der gøres overvejelser over, om det er hele ledningsstrækningen, der skal fornyes, eller den aktuelle tilstand heraf medfører, at det er optimalt at punktreparere ledningen.

I det følgende er en række af de overvejelser, der bør gøres, nærmere beskrevet. De anførte overvejelser kan dog ikke betragtes som værende fyldestgørende og er mere tænkt som eksempler, der forhåbentlig kan inspirere den projekterende og vejlede denne til at gennemføre et optimalt valg i den aktuelle situation. De enkelte renoveringsmetoders styrker og svagheder i relation hertil fremgår af de efterfølgende fagafsnit.

Tekniske forhold

Blød bund/lunker

Blød bund i form af sætningsgivende lag under ledningen vil ofte medføre, at fornyelse ved traditionel opgravning er det mest optimale metodevalg, såfremt det skønnes nødvendigt for ledningens funktion, at de bløde områder fjernes. Nogle renoveringsmetoder kan dog delvis udjævne mindre lunker.

Allerede sammenstyrtet ledning

En allerede sammenstyrtet ledning vil kunne fornyes ved traditionel opgravning, men kan også renoveres ved f.eks. rørsprængning. Det er dog en forudsætning, at der kan føres en

træksnor gennem ledningsstrækningen. Ved andre renoveringsmetoder vil det normalt være nødvendigt med en opgravning på sammenstyrtningsstedet.

Ændring til separatsystem

Hvor eksisterende fællessystemer ændres til separatsystemer er det normalt mest optimalt at foretage denne ved traditionel opgravning. Anvendelse af renoveringsmetoder kan være aktuelt, hvor eksisterende ledninger kan indgå i det fremtidige separatsystem.

Valg af punktrepARATION

Såfremt der kun er en eller nogle få skader på en ledningsstrækning, kan det være hensigtsmæssigt at vælge punktrepARATION fremfor en fornyelse af hele ledningsstrækningen. PunktrepARATIONer kan udføres ved såvel opgravning som ved opgravningsfrie metoder.

Kapacitetsforhold

Opdimensionering

En opdimensionering af en ledning på grund af utilstrækkelig hydraulisk kapacitet kan ske ved såvel traditionel opgravning som ved nogle af renoveringsmetoderne, afhængigt af den nødvendige dimensionsforøgelse.

Økonomiske og tidsmæssige forhold

Andre indgreb i området

Med andre indgreb i området tænkes f.eks. på omprofilering af vejen, ny asfaltbelægning samt omlægning af andre ledninger og kabler. Oftest vælges traditionel opgravning, hvis der gennemføres koordinerede projekter med flere involverede parter, da der herved er flere til at deltage ved afholdelse af udgifterne til retableringsarbejderne. Ofte ser man således helt nye belægninger til forskønnelse af boligveje som følge af de gennemførte fornyelsesarbejder.

Omvendt er der også eksempler på, at saneringsmodne ledningsstrækninger (ofte afløbsledninger, der som regel ligger dybest), er blevet renoveret forud for udlægning af ny asfalt eller omlægning af andre ledninger. Dette kan være attraktivt, hvor en kort tidsmæssig udførelse af arbejdet er påkrævet, eller hvor funderingsforhold af eksisterende huse eller øvrige forhold taler herfor.

Antal stikledninger, brønde og bygværker

Antallet af stik, brønde og bygværker, der skal fornyes, kan have indflydelse på valg af fornyelsesmetode. Ved vurdering af metodevalg er det således væsentlig at betragte afløbssystemet som en helhed bestående af ledninger, stikledninger, brønde og bygværker.

Levetid

Ledningers faktiske levetid er afgørende for omfanget af de årlige udgifter, der er forbundet med vedligeholdelsen af et ledningssystem. Hvis ledningssystemet har en levetid på f.eks. 100 år fremfor f.eks. 50 år, reduceres vedligeholdelsesomkostningerne for det samlede system til det halve set over systemets samlede levetid. Der findes i dag ikke systematisk dokumentation for ledningsmaterialers holdbarhed. Der er dog i et vist omfang gennemført undersøgelser på eksisterende produkter efter et vist antal år i jorden, der indikerer, at der kan forventes levetider på op til 100 år, eller måske mere. Dette gælder for såvel rørmaterialer, der anvendes ved traditionel opgravning, som til renoveringsmetoderne. Levetiderne er dog meget afhængig af udførelsesmetoderne. Det er i den sammenhæng vigtigt at have for øje, at kontrol med arbejdets udførelse er en vigtig del af hele processen med at skabe gode og langtidsholdbare ledningssystemer.

Ledningens tilgængelighed

Ledningens tilgængelighed kan tillægges stor økonomisk betydning for, om der mest optimalt vælges fornyelse ved traditionel opgravning eller ved renovering. Ved ledningens tilgængelighed forstås f.eks. følgende faktorer:

- Jordbundsforhold, hvor vanskelige jordbundsforhold som f.eks. silt, fint sand og postglaciale aflejringer (tidligere havbund, sø eller mose), høj grundvandsstand og forurenet jord ofte animerer til valg af en renoveringsmetode
- Dybde, idet gravedybden har stor betydning for indflydelse på arbejdets omkostninger, specielt ved traditionel opgravning
- Omfanget af fremmedledninger m.m., idet omkostninger til opgravning er afhængig heraf
- Ledningsretablering, idet omkostningerne hertil ofte overstiger ledningsprisen i tættere bysamfund

- Trafikforhold, der kan nødvendiggøre omstrukturering heraf eller følgeomkostninger til opretholdelse af færdslen, som f.eks. spurning, sikkerhedsafspærring, skiltning og lysregulering

Udførelsestid

En vis del af omkostningerne ved et anlægsarbejde er bestemt af den tid, der medgår til arbejdets gennemførelse. Her udmærker renoveringsmetoderne sig generelt ved at have kortere udførelsestid end traditionel opgravning. Som eksempler på økonomiske fordele ved kort udførelsestid kan nævnes:

- Færre omkostninger til overpumpning
- Færre omkostninger til trafikregulerende foranstaltninger
- Færre eller ingen omkostninger til erstatninger eller udbedringer efter opstuvning og oversvømmelse
- Reduceret eller intet omsætningstab for butikker/erhverv på grund af afspærret gade og vej

Ulemper for omgivelserne

Hermed menes forhold, der såvel i teknisk som ved en normal direkte økonomisk betragtning, er uden betydning for valget mellem fornyelse ved opgravning eller renovering. Ulemper for omgivelserne kan bedst udtrykkes ved de gener, som arbejdets udførelse påfører samfundet og borgerne, og som derfor samfundsøkonomisk indebærer store omkostninger.

Eksempler på ulemper for omgivelserne er:

- Trafikomlægninger
- Opgravede haver
- Besværlig adgang til boligen (for ambulancen, olietankbilen, renovationsvognen, postbuden, brandbilen o.s.v.)
- Skader, der først viser sig senere (på veje, andre ledninger/kabler, og bygninger m.m.)

Ulemper for omgivelserne er som regel størst i tæt bebyggelse. Hvor ulemperne for omgivelserne er store og betydende, vil renoveringsmetoderne ofte være attraktive.

4.3 Jura/lovgivning vedrørende stikledninger

Stikledningernes ejerforhold - danske forhold
Et afløbssystem består af mange forskellige dele (ledninger, bygværker, brønde m.m.). Disse er

igen opdelt, f.eks. er der flere forskellige type ledninger (hoved- og stikledninger).

I dette afsnit beskrives stikledningernes funktion for det samlede afløbssystem.

Lovgivning

Et velfungerende kloaksystem er en vital del af et moderne samfund, da samfundets borgere skal beskyttes mod vandbårne sygdomme, som kan skyldes kontakt med spildevand. Derfor er der lovgivningsmæssigt krav om at sikre en velfungerende håndtering og efterfølgende behandling af spildevandet.

Det offentlige kloaksystem

Kommunen har ansvaret for anlæg og drift af det offentlige kloaksystem såsom hovedledninger, overløbsbygværker, renseanlæg m.m.

Lovgivningsmæssigt er der lagt vægt på den kommunale planlægning og udvikling af systemet. Dette gøres ved, at kommunen er pålagt at udarbejde en spildevandsplan, der med passende mellemrum skal revideres. Spildevandsplanen indeholder kloaksystemets samlede belastning af recipienterne, kravene til områdets afløbsforhold (separat-/fællessystem) samt overordnede krav til projektering af afløbsanlæg.

Hensynet til recipienterne sikres ved, at kommunen skal søge miljømyndigheden om en udledningstilladelse, som baseres på recipientens evne til at transportere/omsætte de udledte stofmængder.

Der gælder ingen lovmæssige krav til dimensionering af de offentlige kloakledninger, men der arbejdes i øjeblikket på en CEN-standard, der skal sikre en ensartet dimensionering af afløbssystemerne i EU.

Det private kloaksystem

Det private kloaksystem (afløbsinstallation og stikledninger) hører lovgivningsmæssigt til bygningen og skal derfor opfylde Byggelovens krav. Byggeloven kræver, at alle afløbsanlæg skal udføres i henhold til DS 432 "Norm for afløbsinstallationer", som derved har opnået en lovmæssig status.

DS 432 indeholder krav til, hvordan et afløbssystem skal dimensioneres, hvilke materialer der må anvendes til afløbsanlæg, og hvordan ledningssystemet skal udføres.

Der skal som en del af byggesagen udarbejdes et afløbsprojekt, som skal godkendes af byg-

ningsmyndigheden, og der skal søges godkendelse, hvis der foretages væsentlige ændringer af bygningen eksempelvis ved om-/udbygninger, eller hvis der foretages ændringer i kloakken. Der skal ikke søges godkendelse ved reparationer.

Alle arbejder på kloakanlæg skal udføres af autoriserede kloakmestre.

Kommunen har som miljømyndighed pligt til at kontrollere, at det private afløbssystem til stadighed fungerer miljømæssigt forsvarligt, så der ikke sker en forurening af miljøet.

Kommunen har i henhold til "Lov om miljøbeskyttelse" en ubegrænset ret til at foretage undersøgelser på privat grund, såfremt dette sker som en del af kommunens miljøtilsyn, og grundejeren kan ikke nægte kommunen adgang til grunden. Foreligger der en konkret mistanke om, at den private kloak ikke fungerer miljømæssigt forsvarligt, kan grundejeren påbydes at foretage de nødvendige undersøgelser.

Konstaterer kommunen, at den private kloak ikke fungerer miljømæssigt forsvarligt, har kommunen pligt til at sikre, at kloakken bringes i forsvarlig stand eventuelt ved udstedelse af påbud.

Norske forhold

VA-nettet i Norge er delt mellem det offentlige og private ved stikledningens tilslutning. Det vil sige, at stikledningen – strækningen mellem hovedledning og ejendom frem til forbrugsstedet – ejes af den enkelte forbruger. De private har dermed det fulde ansvar for, at anlægget er funktionsdygtigt, samt for forhold, som kan skyldes fejl mv. på det private anlæg.

Arbejdet på det private net er reguleret af den norske miljølov:

- Forurensningsloven

For at udbedre/renovere stikledningsnettet kan der gives pålæg i henhold til den norske miljølovs § 22.2 og § 51.1 (vedrørende afløb) eller Oslo kommunes sanitærreglement § 1.3 (regulativ for vandtilslutning og kloakering).

4.4. Planlægning af stikledningers fornyelse

Typer af stikledninger

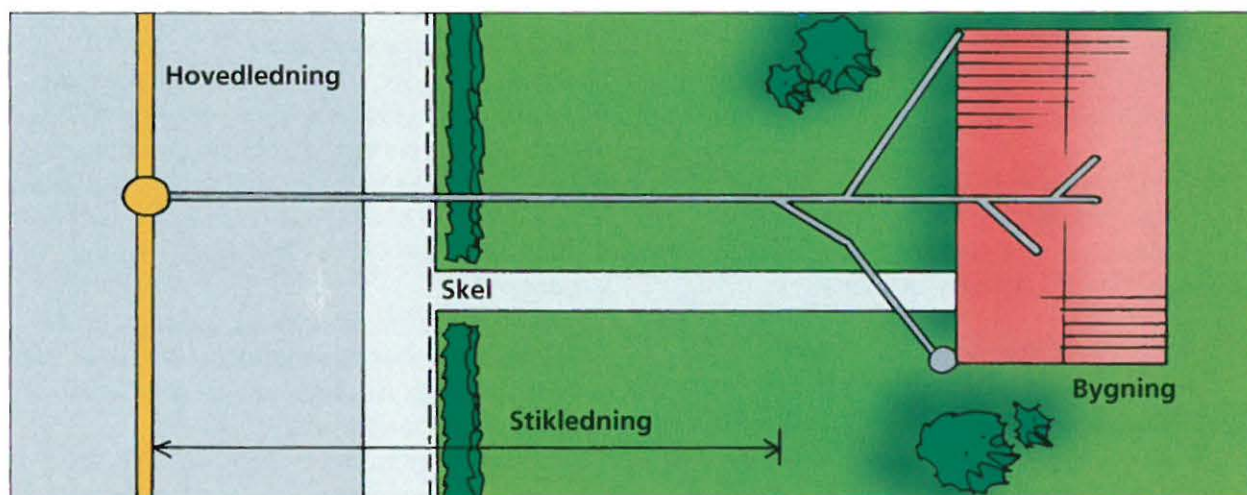
Der er mange forskellige typer af konstruktioner, som afleder via en stikledning, eksempelvis bygninger, vejbrønde, fjernvarmekanaler, tanke mm.

I fællessystemer, hvor spildevand og regnvand ledes via samme stikledning, er der normalt kun én stikledning til en ejendom, hvorimod der i separatkloakerede områder er henholdsvis en stikledning til spildevand og en til regnvand.

Stikledningernes ejerforhold

Stikledningen er defineret som den ledning, der forbinder afløbsinstallationen (toiletter, håndvaske m.m.) i bygninger med hovedkloakken, der oftest er placeret i vejen. Ejerforholdet er således, at grundejeren altid ejer afløbsinstallationen og den del af stikledningen, der er placeret inden for matrikelskel, med mindre andet er bestemt ved deklaration, tinglysning m.m.

Stikledninger til rendestensbrønde er en del af "vejens anlæg", og ejes derfor i Danmark af



vejejeren, som både kan være offentlig og privat (se tegning nederst på side 6).

Stik til øvrige konstruktioner såsom fjernvarmekanaler ejes af ledningsejeren.

Dimensionering

Stikledningen er ligesom afløbsinstallationen en del af ejendommen og skal for den del, der ligger inden for skel, udføres i henhold til nationale standarder/rekommendationer (i Danmark er det DS 432).

For at kunne transportere spildevand og regnvand til hovedkloakken skal stikledningen have en tilstrækkelig kapacitet.

I fælleskloakerede områder skal en stikledning dimensioneres til at føre regn- og spildevand samtidig. I separatkloakerede områder skal spildevands- og regnvandsstikledningerne dimensioneres separat, og der gælder ikke samme regler for dimensioneringen.

For at kunne dimensionere en stikledning i et fælleskloakeret område er det nødvendigt at bestemme den dimensionsgivende spildevandsstrøm samt den største regnvandsstrøm.

Undersøgelsesmetoder

Der eksisterer flere metoder, der kan anvendes til at undersøge tilstanden af kloakken. Disse metoder er:

- TV-inspektion
- Røg
- Trykprøvning
- Sporstoffer
- Faldmåling
- Spuling

TV-inspektion

TV-inspektion af stikledninger minder på mange måder om TV-inspektion af hovedledninger, som er beskrevet andetsteds i håndbogen. Det er dog muligt at foretage en TV-inspektion af en stikledning ved at føre et kamera op i stikledningen fra hovedledningen. Dette gør det muligt også at foretage inspektion af de stikledninger, hvor der ikke er brønde eller andre adgangsforhold. De stikledninger, der ender i en vandlås, eksempelvis rendestensbrønde, kan inspiceres helt op til vandlåsen.

Kameraudstyret er efterhånden blevet så udviklet, at selv små stikledninger med dimension på 100 mm kan TV-inspiceres, og udstyret kan passere endog store forhindringer, såsom for-



TV-operatøren inspicerer en stikledning.

skudte samlinger, rørbrud mm. Der kan være problemer med at passere kraftige bøjninger, men det må forventes, at den tekniske udvikling også løser disse problemer med tiden. I de tilfælde, hvor der er en skelbrønd, vil TV-inspektionen også kunne foretages fra denne.

Afløbsinstallationen skal også TV-inspiceres. Denne kan ofte inspiceres fra en brønd, da de fleste afløbsinstallationer indeholder en samle-/skelbrønd. Ved inspektion af små ledninger er det muligt at trække en snor igennem, som efterfølgende kan anvendes til at trække et minikamera igennem. På denne måde kan ledninger, der fører til tagbrønde, gulv afløb m.m., inspiceres.

For at opnå en optimal inspektion er det vigtigt, at stikledningen renses inden inspektionen, således at skader såsom forskudte/åbne samlinger og rørbrud kan vurderes. Til rensningen er der udviklet specielt spuleudstyr, således at spulingen også kan foretages fra hovedledningen.

Røg

Røg anvendes primært til at finde sammenhæng mellem brud i kloakken og rottehuller, underminering af vejanlæg m.m. En røgpatron antændes i kloakken. Hvis der er forbindelse mellem kloakken og hullet, vil røgen trænge op gennem kloakken til det hul, der ønskes undersøgt.

Røg kan også anvendes til at lokalisere sammenhængen i et ledningssystem, hvis der er tvivl herom sammenhængen.

Tæthedsprøvning

Tæthedsprøvning anvendes sjældent, men kan anvendes til at undersøge, om et ledningssystem er tæt. Dette kan gøres i forbindelse med afløb

ved kemiske fabrikker, hvor der skal stilles store krav til anlæggets tæthed.

Prøvningen foretages ved, at stikledningen afproppes ved hovedledningen, og alle afløb lukkes, og der pumpes luft i anlægget.

Tætheden af ledningssystemet kan derved vurderes i forhold til det tryk, systemet kan holde.

Sporstoffer

Sporstoffer anvendes ligesom trykprøvningen sjældent, da det er bekosteligt at foretage en undersøgelse med sporstoffer. Det kan dog være en fordel at anvende sporstofundersøgelse, hvis der skal lokaliseres en lækage under en kælder eller under en dyr belægning.

Undersøgelsen foretages ved at afproppe stikledningen ved hovedledningen og fylde vand tilsat et radioaktivt sporstof i alle afløb. Efterfølgende opsamles det radioaktive vand, og lækager kan derefter lokaliseres ved at måle de steder, hvor der fortsat er radioaktivt materiale.

Faldmåling

Faldmåling anvendes især, hvor der er problemer med lugt eller hyppige forstoppelser som følge af, at ledningen ikke er selvrensende. Faldmålingen kan anvendes til at lokalisere strækningens faldforhold, og hvor der er lunger.

Faldmålingen foretages ved at trække en niveaumåler gennem ledningen.

Der er desværre en vis usikkerhed på målingerne, men det må forventes at der udvikles meget præcist udstyr, der eksempelvis kan anvendes samtidig med TV-inspektionen.

Problemer relateret til stikledninger

Stikledningerne er en vital del af et velfungerende kloaksystem, da det udgør ca. halvdelen af det samlede kloaksystem. Mange af de problemer, som kloakforsyningen løser i de offentlige hovedledninger, kan skyldes fejl og skader på stikledninger.

De problemer der direkte kan relateres til stikledningerne, er:

- Rotter
- Overlækning
- Indsivning
- Udsivning
- Ældre installationer



Rotter finder redepladser bl.a. i ubenyttede og defekte stikledninger.

Rotter

Rotterne lever i kloaksystemet, hvor de kan finde redepladser i ubenyttede og defekte stikledninger, og hvor de har adgang til tilstrækkeligt med frisk føde i kloakken.

Inden for de senere år er rotteplagen tiltaget, og tilvæksten indikerer kloaksystemets forringede tilstand.

Rotterne udgør en sundhedsrisiko, og kommunerne anvender store økonomiske ressourcer på at bekæmpe og begrænse rotteproblemerne.

Rotteproblemerne skyldes fejl og mangler ved kloakanlæggene, såsom:

- Rørbrud
- Store åbne og forskudte samlinger
- Blinde ledninger
- Mangelfulde afpropninger ved ombygning

Overlækning

I separatkloakerede områder er overlækning fra regn- til spildevandledninger et særligt problem. Overlækningen sker på den del af stikledningerne, hvor de to ledninger ligger tæt - typisk fra ejendommen frem til første fordelingsbrønd.

Konsekvenserne af overlækningen er, at separatsystemet ikke fungerer efter hensigten, og at de små spildevandsledninger overbelastes.

Spildevandet fortyndes, hvorved det bliver sværere og mere ressourcekrævende at rense.

Indsivning

Indsivning er et problem i områder, hvor kloakledninger ligger under grundvandspejlet, og hvor grundvandet kan løbe ind i kloakledningerne gennem utætte samlinger, stik m.m.

Indsivningen resulterer i en hydraulisk overbelastning af ledninger og renseanlæg med deraf følgende miljømæssige gener.

Endvidere sker der en indtrængning af omkringliggende materialer (sand og grus) til store gene for driften af ledningsanlægget, og det medfører en forøget nedslidning af ledninger og mekaniske dele såsom pumper, riste m.m.



Overvågning af pumpestation på ledningsnettet i forbindelse med indsivningsundersøgelse.

Et ikke uvæsentligt problem er, at der ved denne bortledning af rent grundvand sker en forskydning i vandbalancen, der bevirker udtørring af vandløb og mindsker grundvandsreserverne.

Udsivning

Udsivning opstår i områder, hvor kloakledningerne ligger over grundvandsspejlet, og hvor spildevandet kan løbe ud af kloakledningerne.

Udsivningen indebærer en belastning af miljøet og udgør en trussel for vort grundvand, som kan forurenes med kemikalier fra husholdningerne og industrien.

Ældre installationer

I dag støder man fortsat på ældre installationer i den private del af kloaksystemet, såsom interceptorer, trix- og septiktanke, sivebrønde og køkkenbrønde. Disse ældre installationer var lovlige, da de blev installeret, men giver i dag anledning til en øget korrosion af kloakledningerne og ophobning af faste partikler samt nedsivning til grundvand. Desuden giver de lugtgener og danner fødested for rotter.

Undersøgelse af stikledninger

DANVA foretog i 2000 en undersøgelse af tilstanden af både offentlige og private stikledninger. Grundlaget for undersøgelsen var ca. 18.000 TV-inspektioner af stikledninger fordelt over landet.

Undersøgelsen afslørede, at der var konstateret mange fejl og skader på stikledningerne. Undersøgelsen viste, at:

- 28 % af stikledningerne indeholdt fejl og skader, der skulle udbedres
- 18 % af stikledningerne kunne ikke TV-inspiceres på grund af kraftige bøjninger, store forhindringer m.m.
- 11 % af de tilsluttede stik var ikke i brug

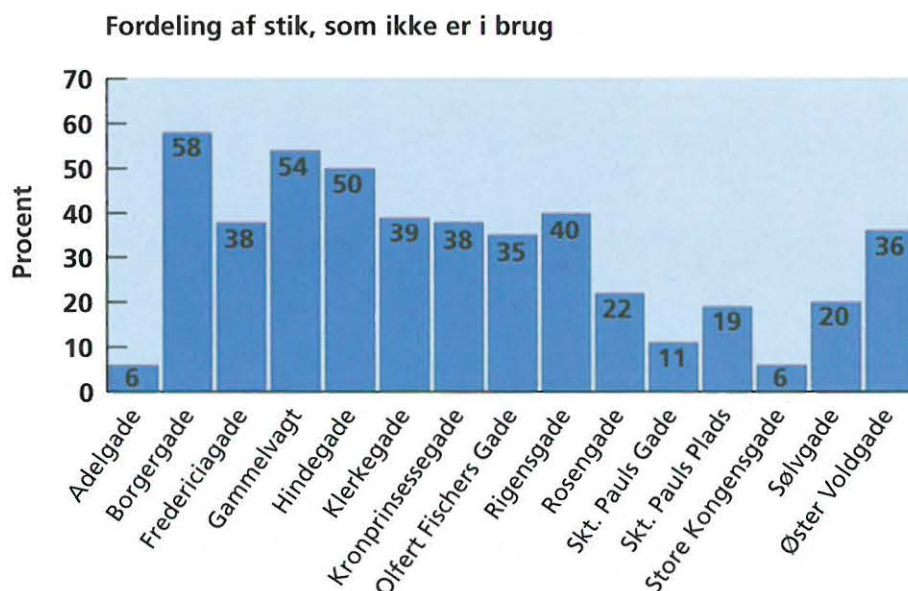
Stik som ikke er i brug

De stik, der er tilsluttet kloaksystemet, men ikke er i brug, udgør et særligt problem. Disse kan medføre:

- underminering af vejanlæg
- driftsstop (kollaps af stikledninger) og deraf manglede afledning
- ideelle levevilkår for rotter med dertil hørende underminering af vejanlæg, gener for borgerne m.m.

Årsagen til "døde"/ubenyttede stik kan være:

- nedrevet ejendom, hvor stikket ikke er blevet afproppet
- stikket er blevet omlagt pga. ombygning
- nedlagt vejbrønd
- gamle afpropninger er rustet op eller er rådnet væk
- afpropning er sket ved skel (tillades ikke mere)



Eksempel

At det er vigtigt at medtage stikledningerne i undersøgelsen af kloaksystemet, viser en mindre undersøgelse foretaget i Københavns indre by. Her blev alle stikledninger i et mindre kloakopland TV-inspiceret, og dette viste en meget stor variation af antallet af stik, der ikke var i brug.

Ovenstående figur viser antallet af stik, som ved undersøgelsen blev konstateret som værende ikke i brug.

4.5 Valg af metode til fornyelse af stikledninger

Der eksisterer flere metoder, hvormed stikledninger kan renoveres helt eller delvist uden opgravning. Disse metoder er:

- Strømpeforing
- Rørsprængning
- Close-fit

Strømpeforing

Strømpeforingsmetoden er næsten den samme, som anvendes til renovering af hovedledninger (se afsnit om strømpeforinger).

Selve strømpeforingen kan opbygges på mange forskellige måder, men er principielt opbygget af en filtpose, som imprægneres med en harpiks af varmt- eller koldhærdende polyester alternativt epoxy.

Strømpeforingen kan installeres enten fra samle-/skelbrønd eller fra hovedledningen. Polyesteren eller epoxyen hærdes ved opvarmning (såvel fysisk eller kemisk) eller med ultraviolet lys.

Der er forskel på, om strømpeforingen installeres fra samle-/skelbrønd eller fra hovedledningen, da en installation fra hovedledningen er den eneste, hvor der med én arbejdsgang kan sikres en tæt overgang mellem stikledning og hovedledning, idet strømpen fra hovedledningen kan forsynes med et profil, der klæbes til hovedledningen. Ved installation fra samle-/skelbrønd kan overgangen også tætnes ved efterfølgende at isætte et overgangsprofil.

En typisk strømpeforing til stikledninger vil have en effektiv godtykkelse på 4,5 m.m.

Strømpeforingen kan afhængig af stikledningens tilstand/udformning medføre enten en forøgelse eller en nedsættelse af stikledningens fuldtløbende kapacitet, da denne afhænger af den renoverede lednings tværsnit og ruhed.

En reduktion af stikledningens tværsnit vil normalt medføre en nedsættelse af kapaciteten, men denne opvejes af, at strømpeforingens ruhed er betydelig mindre end den eksisterende lednings ruhed, samt at strømpeforingen reducerer de hydrauliske enkelttab ved forskudte samlinger, rørbrud m.m.

Strømpeforing kan normalt anvendes til renovering af de fleste stikledninger, hvor der ikke er konstateret problemer med selvrensningsevnen eller manglende kapacitet. Der skal dog altid foretages en konkret vurdering af stikledningens hydrauliske egenskaber før og efter renovering, og denne skal sættes i forhold til en nyetableret stikledning.

Der kan være fysiske forhold, hvor stikledningen eksempelvis er etableret med et for lille

fald, men med det fald, der var til rådighed. Her vil en strømpeforing oftest forbedre selvrensningsevnen.

Rørsprængning

Metoden er den samme, som anvendes til renovering af hovedledninger (se afsnit om rørsprængning).

Rørsprængning er den eneste opgravningsfrie metode, hvor en renoveret stikledningskapacitet kan øges væsentligt.

Rørsprængning anvendes primært på de stikledninger, hvor der er problemer med kapaciteten eller ved meget store lunger.

Close-fit metoder

Der eksisterer flere close-fit metoder (se afsnit om close-fit metoder).

Close-fit metoderne medfører, som ved strømpeforingsmetoden, en reduktion af stikledningens indvendige tværsnit, og der skal foretages en vurdering af stikledningens kapacitet og selvrensningsevne, inden metoden kan anvendes.

Close-fit metoderne anvendes primært på stikledninger, der kan tåle en væsentlig nedsættelse af kapaciteten, men er ofte lettere at installere end strømpeforingen.

4.6 TV-inspektion - fotomanualen

Det mest anvendte værktøj til at forøge vores viden om kloakkens øjeblikkelige tilstand i dag er TV-inspektionen. Ved hjælp af et lille selv-kørende kamera er det muligt at optage billeder af, hvordan kloakken ser ud indvendig, uden det er nødvendigt at grave den op eller på anden måde fysisk ødelægge kloakken.

TV-inspektionen kan fortælle bygherren noget om såvel kloakkens kvalitet, kapacitet som driftstilstand. Desuden kan TV-inspektionen oplyse bygherren om, hvilke konstruktioner (brønde, bygværker, stiltilslutninger) kloaksystemet er opbygget af. Sidstnævnte kan være informationer, som bygherren ikke på forhånd er bekendt med, f.eks. skjulte brønde og stiktilslutninger etableret af private bygherrer før 1.1.1993, hvor ændringer af ejerforholdene af stikledninger i offentlige arealer blev indført i betalingsvedtægterne i Danmark.

Kvalitetsmæssigt kan TV-inspektionen afsløre, om der f.eks. er brud, deformation eller

korrosion i så betydelig grad, at der er risiko for, at kloakken styrter sammen.

Kapacitetsmæssigt kan TV-inspektionen bidrage med informationer om generelt øget ruhed, hvilket kan foranledige bygherren til en justering af de parametre, der anvendes i de hydrauliske analyseberegninger, f.eks.

Manningtallet. TV-inspektionen kan desuden bidrage med informationer om indragende stik samt forskudte og åbne samlinger, som alle medfører ikke ubetydelige enkelttab i kloakken. Såvel friktionstab som enkelttab fra enkeltstående observationer kan påvirke vandføringsevnen i ikke ubetydelig grad.

Driftsmæssigt kan TV-inspektionen eksempelvis afsløre, hvor der vil ophobes meget materiale, f.eks. ved lunger, og hvor der er konkrete forhindringer, som kan bevirke uhensigtsmæssig opstuvning med risiko for oversvømmelse af private kældre.

Da TV-inspektionen tydeligvis er et værktøj, der har stor betydning for bygherrens kendskab til sit kloaksystem, og i bund og grund er den eneste mulighed for at dokumentere et tilsyn med kloakkens tilstand i juridisk henseende, er det vigtigt, at TV-inspektionen udføres på et ensartet grundlag, og at der etableres mulighed for uvildig kontrol af, om arbejdets udførelse holder et vist kvalitetsniveau.

Denne erkendelse kom en række fremsynde afløbsteknikere såmænd også frem til allerede for snart 20 år siden, da de første TV-inspektioner begyndte at vinde indpas herhjemme. Som konsekvens heraf så den første fotomanual dagens lys i juni 1986 i Danmark. Denne fotomanual var et produkt af et samarbejde mellem landets fire største kommuner, Teknologisk Institut og firmaet Per Aarsleff A/S. I Sverige blev den første fotomanual udsendt i 1989, mens Norge fik sin første fotomanual i 1994.

Den nugældende udgave af fotomanualen

Fotomanualen er siden starten revideret flere gange i alle nordiske lande, primært baseret på de erfaringer, der er fremkommet med anvendelse af fotomanualen i marken. Den nugældende danske udgave af fotomanualen, som reelt benævnes "TV-inspektion af afløbsledninger, standarddefinitioner og fotomanual", er 4. udgave fra december 1997 (se referencer).

Fotomanualen har fra starten været modtaget af bygherrer og entreprenører som en fælles ”standard”, og takket være en fortsat enighed herom, har fotomanualen efterhånden fået status af at være gældende standard på området i alle nordiske lande.

Således har fotomanualen altid i Danmark indgået som en fast del af de tekniske bestemmelser i ”Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning” (DTVK). Denne kontrolordning har til formål at sikre et højt kvalitetsniveau af alle TV-inspektioner, som udføres underlagt DTVK’s bestemmelser. Kontrolordningen er nærmere omtalt i NO-DIG håndbogens kapitel 19, Kontrolordninger. I Sverige, Norge og Finland anvendes fotomanualen som branchestandard, men ingen af disse lande har en særskilt kontrolordning for arbejdsområdet.

Den seneste revision af den danske fotomanual i 1997 har været den hidtil største i manualens historie, idet der skete udvidelse af definitioner og rapportsystem, så det nu var muligt at TV-inspicere renoverede ledninger og stikledninger efter fotomanualens retningslinier.

Fotomanualen består derfor i dag af 4 separate rapporter omhandlende:

- Hovedledninger
- Brøndinspektion
- Stikledninger og afløbsinstallationer
- Renoverede ledninger (strømpeforing, stramforing og rørsprængning)

Den nuværende manual giver således mulighed for en mere nuanceret beskrivelse af alle tænkelige observationstyper i et nutidigt afløbssystem.

Fotomanualen er i Danmark udarbejdet af bestillere, konsulenter og entreprenører, og bliver før hver revision sendt i høring ved udvalgte kommuner, udvalgte rådgivende ingeniører samt Danske Entreprenørers TV-gruppe og NO-DIG gruppe.

Fotomanualens formål

Formålet med fotomanualen er at sikre en ensartet bedømmelse af de observationer, der registreres ved en TV-inspektion.

Manualen består derfor af standarddefinitioner, der beskriver de enkelte observationer, samt fotos, der skal illustrere, hvorledes de forskellige observationer kan se ud ved inspektionen.

Enhver observation består af en kode på to bogstaver (observationstype) og et tal (observationsklasse).

Observationerne er – på nær for forekomst af vand i ledning (VA) – opdelt i klasserne 0-4, hvor klasse 4 er de forhold i ledningen, der har den største negative indvirkning på ledningens funktion.

I fotomanualen er der beskrevet 18 observationstyper, som anvendes i hovedledninger og stikledninger. I Danmark findes der desuden til anvendelse i renoverede ledninger 15 observationstyper, som anses for væsentlige ved bedømmelsen af en lednings tilstand. De observationer, der indgår i fotomanualen, er angivet i skemaoversigten på næste side. Talkolonnen til højre angiver, hvor mange observationsklasser den pågældende type findes opdelt i.

Desuden findes der i Danmark en observationstype for stikledninger, der dækker specielle konstruktioner (KT). Heri angives eksempelvis slutpunkt for TV-inspektion (vandlås, endeprop, fodbøjning m.v.).

Da det kan være svært at vurdere, hvilken klasse en aktuel observation skal indplaceres i, indeholder manualen typiske fotos af observationer i de forskellige klasser.

Manualen indeholder desuden, som hjælp til brugeren, en række bemærkninger til den enkelte observationstype. Der er tale om grundlæggende, funktionelle bemærkninger, som skal følges i alle tilfælde ved TV-inspektionen.

I forbindelse med rapporteringsskemaerne indeholder fotomanualen en fylldig vejledning i udfyldelse af rapporteringsskemaer. De koder, der anvendes ved EDB-rapportering, er i overensstemmelse med de respektive landes fastlagte standarder og udvekslingsformat for distribution af digitale data fra TV-inspektioner.

Hovedledninger og stikledninger:

			Observations- klasser
Rørenes fysiske tilstand:	Revner/brud	RB	1-4
	Korrosion/erosion	KO	1-4
	Støbefejl/stenreder	ST	1-3
	Deformation	DE	1-3
	Forskudt samling	FS	1-4
	Åben samling	ÅS	1-4
	Indhængende samlingsmateriale	IS	1-3
	Punkreparation	PR	0-3
Driftsmæssig tilstand:	Rødder	RØ	1-3
	Indsivning	IN	1-3
	Aflejring	AF	1-3
	Udfældning	UF	1-3
	Vand	VA	%
	Forhindring	FO	0-3
Specielle konstruktioner:	Grenrør	GR	0-3
	Påhugning	PH	0-4
	Påboring	PB	0-4
	Retningsændring	RE	0-3
Renoverede ledninger: (kun i Danmark)			
Driftsmæssig tilstand:	Vand	VA	%
	Indsivning	IN	1-3
	Aflejring	AF	1-3
	Forhindring	FO	0-3
Strømpeforing:	Revner/Brud	RB	A-F
	Deformation	DE	1-3
	Folder	FL	1-3
	Løs inderfolie	LI	1-3
	Misfarvning	MI	1-3
	Opskæring af stik	OS	0-3
	Tilslutning med overgangsprofil	OP	0-3
	Tilslutning af stik	TS	0-3
	Rester fra arbejdets udførelse	RU	0-3
	Kvalitet af arbejdet ved start/slut	SS	0-3
Stram foring:	Revner/Brud	RB	A-F
	Deformation	DE	1-3
	Opskæring af stik	OS	0-3
	Tilslutning af stik	TS	0-3
	Rester fra arbejdets udførelse	RU	0-3
	Kvalitet af arbejdet ved start/slut	SS	0-3
Rørsprængning:	Revner/Brud	RB	A-E
	Deformation	DE	1-3
	Løs svejsebulst	LS	1-3
	Tilslutning af stik	TS	0-3
	Kvalitet af arbejdet ved start/slut	SS	0-3

Anvendelse af observationstyper som acceptkriterier

Fotomanualen indeholder udelukkende en beskrivelse af, hvordan der foretages en objektiv registrering af de observationer, der konstateres i kloaksystemet, samt hvordan de skal afrapporteres.

Anvendes TV-rapporten efterfølgende til vurdering af ledningsanlæg (f.eks. accept/kassation ved nyanlæg), skal vurdering være i overensstemmelse med foreskrevne normer og standarder for det pågældende anlægsarbejde samt krav stillet i udbudsmaterialet.

Som et dansk eksempel på, at TV-rapportens observationstyper ikke direkte kan anvendes som acceptkriterier, skal observationstypen: Deformationer (DE) kort beskrives. I DS 430 "Norm for lægning af fleksible ledninger af plast i jord" er fastlagt grænser for tilladelige deformationer i PVC på 8 % og i PEH på 9 %. Det er ikke muligt at foretage så nøjagtige målinger af deformationer ved en almindelig TV-inspektion.

Klassedelingen er udformet således, at DE 1 er en acceptabel deformation, mens DE 2 vil kræve yderligere målinger, f.eks. ved at trække en fast tolk gennem ledningen, for at afgøre, om deformationen er acceptabel i forhold til acceptkriterierne.

Et dansk eksempel på forslag til acceptkriterier for nyanlæg er givet i rapporten: "Retningslinier for vurdering af nyanlagte og renoverede ledninger ved hjælp af TV-inspektion", DTI, 1997 (se referencer).

Rapportering af brønde

Kvaliteten af brønde bedømmes normalt ikke ved en TV-inspektion, men ved en besigtigelse af brønden, eventuelt dokumenteret med billeder.

Derfor er der i den danske fotomanual udarbejdet et særskilt afsnit om brøndrapportering med det formål at sikre en ensartet bedømmelse af de observationer, der foretages i forbindelse med inspektion af brønde.

Princippet i rapportering af en brønds fysiske udformning og tilstandsvurdering er det samme som for ledningerne, idet der i videst muligt omfang anvendes de samme betegnelser, definitioner, observationstyper og -klasser.

Skemaet til brøndrapporter er derimod udformet, så det også kan udfyldes i hånden, selv-

om det mest almindelige i dag er, at informationer og observationer rapporteres på EDB.

Hvad byder fremtiden ?

Fotomanualen er et dynamisk værktøj. Derfor vil erfaringer med brug af manualen og påvirkninger udefra (som f.eks. CEN-arbejdet) også naturligt medføre revisioner i de foreliggende standarddefinitioner og rapporteringsformer.

I erkendelse heraf er en række projekter i gang, såvel nationalt som fællesnordisk. Disse projekter er endnu ikke afsluttet, men vil forventeligt medføre, at der i løbet af det kommende år vil blive udsendt nye revisioner og tillæg til de nordiske fotomanualer på gaden.

I det følgende skal de igangværende danske projekter kort omtales.

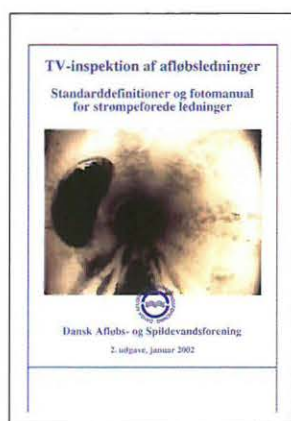
Strømpeforede ledninger

Fotomanualen fra 1997 har ikke på området: TV-inspektion af strømpeforede ledninger været præcis nok til at kunne opfylde såvel bygherrernes som entreprenørernes ønsker. Der er dels fremkommet mange nye erfaringer med etablering af strømpeforinger, dels er entreprenørernes værktøj til og erfaring med f.eks. stikopskæring blevet væsentligt forbedret. Dette har medført, at den nugældende klassificering og beskrivelse af observationstyperne i en strømpeforet ledning ikke er tidssvarende.

Den danske fotomanualgruppe har derfor udarbejdet og udsendt 2. udgave af fotomanual for strømpeforede ledninger i foråret 2002 (se referencer).

Forud for udsendelsen har fotomanualgruppen indhentet indhøstede erfaringer med anvendelse af rapporterne fra TV-inspektion i strømpeforede ledninger fra en række kommuner. Fotomanualgruppen har efterfølgende behandlet forslag til nyt indhold i observationsklasserne. Specielt omkring observationen "Opskæring af stik" er der foretaget betydelige revisioner i beskrivelsen.

Desuden er der indsamlet et meget detaljeret fotomateriale til at underbygge de nye observationsklasser. Der er således ikke kun medtaget et foto pr. observationsklasse, men oftest flere til at beskrive forskellige årsager til den enkelte klasse. Ligeledes er der, f.eks. ved folder, fotos, der gengiver, hvornår observationen er af en så begrænset størrelse, så den ikke behøver at blive afrapporteret.



Den nye fotomanual for strømpeforede ledninger (2002).

Da de danske strømpeforingsentreprenører er underkastet meget strikse kvalitetskrav, blandt andet via medlemskabet af "Kontrolordning for ledningsrenovering", har det været meget vanskeligt at finde kloakledninger med observationer især i de mere kritiske klasser.

Fotomanualgruppen har derfor opstillet en prøvebane, så det har været muligt at fremprovokere skader, der kunne frembringe fotos af alle relativt sjældne observationer i de mere kritiske klasser.

Det er den danske fotomanualgruppes håb, at denne nye manual for TV-inspektion af strømpeforede ledninger med tiden vil danne grundlag for en fællesnordisk manual på området, idet de øvrige nordiske landes erfaringer på dette område på nuværende tidspunkt er meget sparsomme. I hvert fald vil manualen i nogle år frem i tiden have en berettiget anvendelse i Danmark, idet det foreliggende forslag til CEN-standard på området kun i meget begrænset omfang behandler strømpeforede ledninger.

TV-inspektion af ledninger renoveret med stram foring og rørsprængning skal fortsat rapporteres efter 1997-udgaven af fotomanualen.

Samling af rapporteringssystemet

En mere vidtgående revision af den foreliggende danske fotomanual forventes gennemført i løbet af 2002. I den forbindelse er det nærliggende at undersøge muligheden for at behandle hovedledninger, stikledninger og renoverede ledninger i en og samme TV-inspektion med et og samme rapporteringssystem.

En sådan ændring vil løse mange problemer for operatørerne, når de – som det er i dag – skal beslutte, hvilket skema der skal køres efter.

Som eksempel kan gives en kort strømpe ind på en hovedledning. Strømpen kan f.eks. være etableret for at styrke røret under en hårdt belastet trafikåre. Operatøren starter her sin TV-inspektion på rapportskemaet for hovedledning, skal skifte til rapportskemaet for renoverede ledninger, når han møder strømpeforingen, og skifte igen, når strømpeforingen stopper. Dette er ikke hensigtsmæssigt, især ikke, fordi det – afhængigt af strømpeforingens udbredelse – efterlader operatøren med en bedømmelse: Skal strømpeforingen rapporteres som en punktrepARATION (PR) eller som en renoveret ledning?

Operatøren som bedømmer

En anden del af den forestående danske revision skal belyse de steder i Fotomanualen, hvor operatørerne i dag skal optræde som bedømmere. Dette forhold ses f.eks. ved grenrør, punktrepARATIONER og påboringer, hvor operatøren skal tage stilling til, om den pågældende observation er god, middel eller dårlig.

En sådan form for bedømmelse er operatøren ikke uddannet til, og det er derfor af fotomanualgruppen opstillet som et formål med revisionen af den nuværende udgave, at operatøren skal rapportere, hvad han ser ud fra et beskrivelsessystem, hvor Fotomanualen indeholder beskrivelser af det, som en operatør forventeligt kan komme ud for i sit daglige virke.

At omskrive systemet, så det indeholder beskrivelser i stedet for bedømmelser, indebærer ikke, at der ikke fortsat kan anvendes det klassifikationssystem (klassedeling), som i dag deles af og med de andre nordiske lande. Det kræver blot, at det under den enkelte klassedeling skal beskrives, hvad det er for en konkret observation, der skal udløse en given klassedeling.

Ansvarsmæssigt vil dette medføre, at operatørerne fritages fra en vurdering, som kan få stor betydning for valg af eventuel renoveringsmetode.

CEN-standard og tilhørende nordisk annex

Som en følge af det fælleseuropæiske CEN-arbejde er der naturligt opstået en mulighed for at indarbejde nødvendige dele herfra i de nordiske landes fotomanualer. Især må det forventes ved større EU-udbud af TV-inspektioner, at der er behov for at kunne konvertere data mellem CEN-standardformatet og det nordiske gradueringsystem. I Danmark vil fotomanual-

gruppen i videst muligt omfang forsøge at indarbejde de nødvendige tilføjelser til denne konvertering i den kommende revision.

I forlængelse af det europæiske CEN-arbejde er der desuden tanker fremme om at lave en fælles nordisk fotomanual. Disse overvejelser er opstået som følge af, at der i forslaget til ny CEN-norm for undersøgelse af kloakledninger er åbnet op for, at man i hvert medlemsland kan lave sit eget nationale annekse til denne fælles norm.

Det gode samarbejde, der har været blandt de nordiske lande i forhandlingerne om CEN-norm forslaget, har vist, at det kan være realistisk at tro, der kan skabes et fælles grundlag for TV-inspektioner i Norden. En revision af den nugældende fotomanual skal naturligvis tage højde for de tilpasninger, der vil fremkomme af dette samarbejde.

Tilstandsrapportering af brønde

Specielt omkring brøndrapporteringens tilstandsregistrering er det konstateret, at den foreliggende beskrivelse ikke er fyldestgørende.

Også på dette punkt vil det være muligt at trække på det fælleseuropæiske arbejde omkring CEN-standarden, som netop har en meget detaljeret beskrivelse af brøndes tilstandsrapportering.

Den danske fotomanualgruppe vil bestræbe sig på at få indarbejdet denne revision allerede i den kommende udgave af fotomanualen.

5.1 Udbudsbetingelser i Danmark

Udbud af NO-DIG opgaver har i mange år været gennemført på et meget varieret grundlag, hvilket primært har skyldtes manglende kendskab til de anvendte renoveringsmetoder. Dette forhold har ofte givet anledning til både besvær og utilfredshed hos såvel bygherre som bydende entreprenør.

Som følge heraf har en række kommuner sammen med NO-DIG-gruppen under Danske Entreprenører udarbejdet et paradigma for udbud af NO-DIG opgaver: "Renovering af afløbsledninger. Paradigma for udbud og beskrivelse inkl. vejledning. 1. udgave. 1999". (se referencer). Udbudsparadigmaet kan rekvireres gennem Rørcentret, Teknologisk Institut.

Udbudsparadigmaet sikrer, at enhver renoveringsopgave udbydes på et fælles grundlag, som dels tager udgangspunkt i de nuværende erfaringer med kendte renoveringsmetoder, dels inddrager den nuværende viden omkring fremtidige europæiske standarder samt arbejdet i "Kontrolordning for ledningsrenovering". Udbudsparadigmaet dækker dog kun strømpføring, stram foring, langrørsføring og rørsprængning og kun for gravitationsledninger. Medtaget er således ikke punktrepARATIONER, styret underboring og jordfortrængning samt traditionel opgravning.

Udbudsparadigmaet indeholder såvel forslag til udbudsbrev som til tilbuds- og afregningsgrundlag. Disse afsnit er opbygget, så alle variable forhold i den enkelte entreprise kan behandles i disse to beskrivelser. Derudover indeholder udbudsparadigmaet forslag til TAB (Tillæg til AB 92), SB (Særlige betingelser) og til AB (Arbejdsbeskrivelse). Disse tre sidstnævnte afsnit er af generel karakter, og vil med tiden forhåbentligt blive kendt i branchen som "faste" dele af ethvert udbud af renoveringsopgaver inden for afløbsbranchen. Meningen med udbudsparadigmaet er således, at der kun ændres i udbudsbrev samt tilbuds- og afregningsgrundlag, mens TAB, SB og AB kan anvendes uændret fra udbud til udbud.

Udbudsmaterialet indeholder desuden vejledninger, forslag, påmindelser og henvisninger, som en støtte til udbyderen om at huske alle væsentlige oplysninger og dermed sikre, at en vilkårlig tilbudsgivning foretages på et ensartet og kvalitetsmæssigt højt niveau.

Udbud af renoveringsopgaver

Den 1. september 2001 trådte en ny licitationslov i kraft. Det betyder, at alt NO-DIG arbejde, der udbydes af offentlige myndigheder, skal følge denne lov. I forhold til den "gamle" lov er der sket ændringer, men for NO-DIG arbejder er ændringerne ikke så store.

Det er i loven anført, at arbejdet overdrages entreprenøren, der enten har det "laveste tilbud" eller "det økonomisk mest fordelagtige tilbud". Det "laveste tilbud" svarer stort set til de kriterier, der er anvendt før 1. september 2001.

Det økonomisk mest fordelagtige tilbud er kendt fra de forskellige udbudsdirektiver, som har været i anvendelse i en årrække nu. I udbudsmaterialet skal det anføres, hvilket af kriterierne licitationen vil blive vurderet efter, og for det økonomisk mest fordelagtige tilbud skal tildelingskriterierne og tilhørende vægte være oplyst.

Offentlig licitation.

Ved en offentlig licitation skal der indrykkes en annonce i dagblade. I annoncen beskrives hovedmængderne i opgaven. For NO-DIG arbejder bør annoncen indrykkes i landsdækkende dagblade, herunder eventuelt Licitationen. I annoncen redegøres for tidsfrister og licitationsdag, samt hvilke tildelingskriterier, der vil blive anvendt. Entreprenøren skal af annoncen kunne se, om opgaven vil kunne gennemføres med det udstyr, firmaet har til rådighed.

Entreprenører, der ønsker at byde på opgaven, vil rekvirere udbudsmaterialet mod betaling af et depositum.

I loven er der ikke angivet nogen fast frist for modtagelse af tilbud. I den "gamle lov" var fristen ca. 3 uger. Fristen skal være lang nok til at give tilbudsgiverne tid til at afgive tilbud. Da det kun kan være i bygherrens interesse, at tilbudsgiverne får undersøgt de aktuelle forhold grundigt, må det anbefales, at fristen modsvarer omfanget af udbudsmaterialet. For små opgaver bør entreprenøren minimum have 5 arbejdsdage. For større opgaver, hvor der evt. skal indhentes tilbud fra underentreprenører, bør entreprenøren have 15 arbejdsdage til tilbudsudregning.

En licitation er offentlig, hvilket betyder, at tilbudsgivere har ret til at være til stede, når til-

budene åbnes og skal have oplyst priser og eventuelle forbehold.

En offentlig licitation sikrer en bred konkurrence, hvor tilbudsgivere, der har mulighed for at gennemføre opgaven, kan afgive tilbud.

Der er den risiko ved en offentlig licitation, at det bliver en uønsket entreprenør, der bliver lavestbydende. Der er dog mulighed for at forkaste et bud, såfremt bygherren finder det sandsynligt, at entreprenøren ikke er i stand til at gennemføre arbejdet med en tilfredsstillende kvalitet indenfor den gældende tidsramme. Bygherren skal på forlangende fremsende sin begrundelse for at forkaste et tilbud.

Entreprenøren skal vedstå sit tilbud i 40 dage.

Begrænset licitation

Begrænset licitation svarer til det, der i den "gamle lov" blev kaldt indbudt licitation. Begrænset betyder, at det kun er en begrænset kreds af entreprenører, der kan afgive tilbud.

Ved licitation for NO-DIG opgaver anvendes hovedsageligt begrænset licitation, idet der er meget få tilbudsgivere i Danmark.

Ved en begrænset licitation har man ikke behov for en udbudsannonce. Derimod fremsendes et brev til aktuelle firmaer, hvor opgaven beskrives, og man forhører, om firmaet ønsker at afgive tilbud.

I det omfang firmaerne vil afgive tilbud, vil de rette skriftlig henvendelse for anmodning af udbudsmateriale.

I udbudsmaterialet skal der redegøres for, hvilke tildelingskriterier der vil blive anvendt i vurderingen (laveste pris eller mest fordelagtige tilbud).

Forhold, der er beskrevet for offentlig licitation, er også gældende for begrænset licitation.

Ved en begrænset licitation inviteres kun de firmaer, som bygherren mener, kan gennemføre opgaven.

Der har været tilfælde, hvor begrænset licitation har medført, at entreprenørerne "snakker sammen" og afgiver ensartede høje tilbud, det der i fagsproget kaldes en "mestergris". Bygherren har altid mulighed for at aflyse en licitation og gennemføre en ny – enten efter en anden licitationsform eller ved at indbyde den samme eller en fornyet kreds af entreprenører.



NO-DIG opgaver kan udbydes ved offentlig licitation, begrænset licitation eller underhåndsbud.

Underhåndsbud

I loven er underhåndsbud også indeholdt. Men med den nye lov er man ikke begrænset til kun at invitere 2 entreprenører. Underhåndsbud skal reguleres i en bekendtgørelse, der ikke er udsendt på nuværende tidspunkt (september 2001). Tilsvarende gælder ved rammeaftaler.

6.1 Samfundsomkostninger

Ledningsarbejder kan have ganske negative effekter på omgivelserne. Specielt når der er tale om ledningsarbejder i eksisterende bebyggelser.

Effekterne opstår især som gener for trafik og transport, gener for miljøet og for ledningsarbejdernes omgivelser, gener for handel og industri samt gener for beboere, jf. efterfølgende, hvor der er omtalt de forhold, som der oftest tages udgangspunkt i, når der arbejdes med samfundsomkostninger.

Samfundsomkostninger er hermed overvejende gener over for trafik, transport, miljøet, ledningsarbejdernes omgivelser, handel, industri og beboere omkring ledningsarbejder.

Ikke alle disse "omkostninger" kan på rimelig måde gøres op udtrykt i kroner og øre, jf. appendix A. "Metoder til vurdering af samfundsomkostninger".

Ønsker en kommune at arbejde aktivt med disse forhold er det en god ide at udarbejde og vedtage en politik med de mål og krav, som kommunens politikere ønsker efterlevet.

Samfundsomkostninger er endvidere de omkostninger, som ikke er omfattet af direkte og indirekte omkostninger ved et anlægsarbejde.

Direkte omkostninger er normalt omkostninger til:

- Planlægning, projektering og tilsyn
- Materialer og udførelse
- Etablering af veje, grønne områder og lignende

Indirekte omkostninger er normalt omkostninger til:

- Kompensation for ejere af berørte arealer
- Kompensation for skader for tredje mand
- Ekstra vedligeholdelse af veje, fortove under udførelsen (men sjældent efter udførelsen)

Især planlægning, valg af anlægsmetoder og valg af tidspunkter for udførelsen kan imidlertid gøre, at de negative effekter minimeres.

Til dette arbejde er der opstået - eller rettere er under udvikling - en række værktøjer/ metoder, hvoraf de, der vurderes som mest relevante og attraktive, omtales i appendix A.

Gener for omgivelserne

Ved trafik og transport er der oftest tale om

- Forsinkelser af trafikken - f.eks. bus- trafik, private biler, ambulancer, brand- biler og renovationsvogne
- Større driftsomkostninger for køretøjerne
- Dårligere adgang til forretninger, industrier, sygehuse
- Dårligere adgang til parkeringsarealer
- Flere trafikuheld
- Mindre sikkerhed for fodgængere og cyklister (de "bløde" trafikanter)

Ved miljø og omgivelser er der oftest tale om

- Mere støj, lugt og støv
 - Mere luftforurening
 - Rystelser
 - Forstyrrelser af hele gadebilledet (at kunne finde rundt i området ved arbejdspladsen)
 - Mere forurening på grund af aflastninger fra afløbssystemet under nedbør
- Disse forhold dækkes i vid udstrækning af de miljøpåvirkninger, som giver sundheds- eller ydre miljøeffekter, jf. appendix A.

Ved handel og industri er der oftest tale om

- Nedgang i omsætning for lokale forretninger
- Forstyrrelser i levering af varer til forretninger
- Dårligere adgang til forretninger

Ved beboere er der oftest tale om (jf. endvidere oven for under miljø og omgivelser)

- Dårligere adgang til boliger
- Ofte ingen adgang for biler
- Forstyrrelser af dagligdagen

Disse lister over gener er ikke komplette, men indeholder de gener, der oftest ses anvendt i forbindelse med samfundsomkostninger.

Mål for acceptable gener

Grundlaget for en kommunes eller anden byggherres vurderinger af, hvilke gener der skal accepteres i forbindelse med et anlægsarbejde, bør altid være et sæt mål og krav, som man politisk ønsker overholdt.

Målene opstilles for at have noget konkret at styre efter. Er målene målbare, præcise og realistiske kan man på denne måde foretage en reel vurdering og vægtning af gener fra de enkelte anlægsmetoder mod hinanden.

Anvendes der i forbindelse med samfundsomkostninger kun mål og krav ved evalueringen af tilbud bør dette altid ske gennem en konkret målstyring, jf. appendix A.

Eksempler på mål og krav af forskellig type

- Opgravninger som følge af fornyelse eller planlagt vedligeholdelse af kommunens tekniske anlæg skal ikke forekomme oftere end en gang hvert 25. år i en og samme gade.
- Opgravninger som følge af akut vedligeholdelse af kommunens tekniske anlæg skal ikke forekomme oftere end en gang hvert 5. år i en og samme gade.
- I tiden fra kl. 7.00 til kl. 9.00 og fra kl. 15.00 til kl. 18.00 må der maksimalt arbejdes i 25 % af vejbredden.
- Alle udgravninger skal være helt afdækket mellem kl. 15.00 og kl. 7.00.
- Arbejdsarealer i forbindelse med anlægsarbejder må højst være i brug en uge. Arbejdsarealer i veje og fortove må maksimalt anvendes 100 meter ad gangen.
- Overskrides den fastsatte arbejdsperiodes udløb betales XX kr. pr. dag i dagbøde. Færdiggøres arbejdet før den fastsatte arbejdsperiodes udløb betaler bygherren tilsvarende YY kr. pr. dag.
- Det anvendte arbejdsareal for opgavens løsning skal vægtes i bedømmelsen af tilbuddet.
- Der accepteres højst en forlængelse af transporttiden forbi et arbejdssted på 5 min. i perioden kl. 7.00 - 9.00 og kl. 15.00 - 18.00.

Tilsvarende - mere eller mindre strenge - mål og krav kan opstilles for alle de øvrige områder inden for samfundsomkostninger.

Den enkelte byggherre kan således beskrive, hvad der accepteres, og hvad der ikke accepteres. Dette kan f.eks. inddeles som det er gjort ovenfor med hensyn til:

- Trafik og transport
- Miljø og omgivelser
- Handel og industri
- Beboere

Se desuden under miljøpåvirkninger i appendix A.

6.2. Produkters livscyklus og miljørigtig projektering

I de seneste år er der sat større og større fokus på at anvende færrest mulige af specielt jordens ikke-fornyelige ressourcer og genanvende flest mulige ressourcer efter brug, samt tilstræbe de færreste og mindst mulige miljøpåvirkninger og miljøeffekter, når vi fremstiller råvarer og produkter, samt når vi anvender produkterne og driver, vedligeholder og bortskaffer produkterne.

Ønsker en kommune at arbejde aktivt med disse forhold er det en meget god ide at udarbejde og vedtage en politik med de mål og krav, som kommunens politikere ønsker efterlevet.

Der tales om produkternes livscyklus eller "vugge til grav" for alle produkter med normalt 5 livscyklusfaser:



Dette gælder også for f.eks. bygge- og anlægsp projekter. Forløbet er kort fortalt:

Til brug for et produkt udvindes og fremstilles der forskellige råmaterialer og råvarer. - Dernæst fremstilles forskellige byggevarer, og der udføres bygninger og anlægges fx lednings-systemer til infrastruktur, hvorefter der sker drift

og vedligeholdelse af disse bygninger og anlæg. Til sidst sker der en genanvendelse/bortskaffelse af bygninger/anlæg, der ikke kan eller skal anvendes mere – eller der sker fornyelse af eksisterende bygninger/anlæg, således at de hele tiden kan anvendes svarende til dagens standard og krav.

Dette gælder også inden for vandforsyning, afløb, gasforsyning, tele etc. Det vil sige inden for de arbejdsområder, hvor SSTT arbejder med anvendelse af NO-DIG-metoder til såvel nyanlæg som fornyelse.

I denne forbindelse er der opstået – eller rettere, er under udvikling – en række værktøjer/metoder. Især livscyklusvurderinger og miljørigtig projektering, som omtales nærmere i appendix A.

Brugerne kan f.eks. anvende resultaterne fra disse metoder/værktøjer, når de skal dokumentere, at de lever op til virksomhedens miljømål. Dette vil oftest bestå i at identificere specielt store påvirkninger af miljøet i én eller flere faser i et produkts livscyklus (produktion, anlægsudførelse, drift etc.).

Endvidere anvendes resultaterne i forbindelse med fx miljømærkninger og -deklarationer af produkter ("Svanen", "Blomsten" etc.).

Udbyderne kan f.eks. anvende resultaterne, når de over for en bruger skal dokumentere påvirkninger og effekter på miljøet fra deres produkter og metoder. Dette vil oftest inden for NO-DIG-arbejder bestå i levering af en række oplysninger/data om firmaets NO-DIG metoder/produkter.

Ofte kan en indledende, oversigtlig livscyklusvurdering identificere de vigtigste påvirkninger af miljøet. Dette betyder, at udbyderne også med fordel kan anvende resultaterne i forbindelse med produktudvikling, indkøb af licenser, sammenligninger ved indkøb af materialer til produktion af f.eks. strømper og ved indkøb af maskiner.

Flere livscyklusvurderinger af blandt andet rørmaterialer fra begyndelsen af 1990'erne viser, at de største miljøpåvirkninger, herunder specielt energiforbrug og emissioner, forekommer fra anvendelsen af maskiner i *udførelsesfasen*, samt at kendskabet til miljøpåvirkninger i den meget lange *driftsfase* er meget begrænset. Der kan i denne forbindelse specielt henvises til

Nordisk Plaströrgruppens "Miljøvurdering af afløbsrør i PVC, PE, PP og Beton (se referencer) samt "Hur tolkas en LCA-rapport?" (VA-Forsk 1998-17) (se referencer).

I sidstnævnte rapport findes en lang række erfaringer, faldgruber mv. omkring anvendelse af LCA (livscyklusanalyser) og tilhørende rapporter.

Ved konventionel ledningsarbejde domineres udførelsesfasen af energiforbrug og emissioner i forbindelse med transport, gravning og tilbagefyldning.

I 2002 udkommer fra Nordisk Plaströr-gruppe en ny undersøgelse, som afdækker miljøpåvirkninger og økonomiske konsekvenser af netop driften af afløbssystemer. Der ses i denne undersøgelse specielt på forstoppelser, indsvivning mv. Herunder anvendelsen af lastbiler til spuling, driften af pumpestationer og renseanlæg.

Maskiner kan f.eks. sammenlignes på grundlag af forbrug af diesel, støjniveau, afgivelse af CO₂, SO₂, jf. listen i efterfølgende afsnit over miljøpåvirkninger.

Selve metoderne gennemgås i appendix A.

Et par definitioner

Her kan det være meget nyttigt at slå et par definitioner fast, idet der i denne "nye verden" bruges mange nye begreber – og desværre ofte forskellige ord for de samme forhold.

Livscyklusvurderinger

(eller Livscyklusanalyser, LCA efter det engelske Life Cycle Assessment)

"Livscyklusvurdering er en systematisk indsamling, undersøgelse og vurdering af miljøpåvirkninger og deraf følgende miljøeffekter, som f.eks. et bygværk eller en bygningsdel giver anledning til i hele dets livscyklus."

"Bygværket" er her en afløbsledning, en pumpestation, en vandledning etc.

I bred forstand kan livscyklusvurderinger defineres som et teknisk-videnskabeligt værktøj til kortlægning og evaluering af miljømæssige påvirkninger og konsekvenser af alle aktiviteter i et bygværks livscyklus. Teknisk-videnskabeligt, fordi der i dag i vid udstrækning indgår vurderinger, som kræver en ikke uvæsentlig faglig baggrund såvel inden for det produkt, som vur-

deres, som inden for metoderne til livscyklusvurdering, jf. appendix A.

Miljørigtig projektering

“Miljørigtig projektering er en systematik for projektering, der sikrer, at bestræbelserne på at mindske de negative miljøeffekter fra et bygværk i hele dets livscyklus, inddrages i projekteringen.”

Livscyklusvurderinger og miljørigtig projektering er derfor to sider af samme sag, nemlig at tilstræbe færrest og mindst mulige miljøpåvirkninger og miljøeffekter/-konsekvenser fra et bygværk.

Miljøpåvirkning og miljøeffekter er derfor to helt centrale og afgørende forhold. – Inden for miljørigtig projektering defineres miljøpåvirkninger og -effekter:

Miljøpåvirkninger

“Miljøpåvirkninger er enhver påvirkning af bygværket i dets tilblivelse og livsforløb, der resulterer i effekter på ressourcer, menneskers sundhed, og det ydre miljø.”

Miljøeffekter

“Miljøeffekter er enhver ændring af ressourcer, menneskers sundhed og af forhold i det ydre miljø.”

Miljøpåvirkninger

Miljøpåvirkninger (og -effekter) inddeles som følge af definitionen på miljøpåvirkninger normalt i tre hovedgrupper:

- Påvirkninger, der giver ressourceeffekter
- Påvirkninger, der giver sundheds- og ydre miljøeffekter
- Påvirkninger, der giver sundhedseffekter i arbejdsmiljøet

Inden for hver af disse er i det følgende listet de parametre/forhold, som det i dag er normalt at beskæftige sig med.

Når der skal gennemføres livscyklusvurderinger og miljørigtig projektering, er det disse parametre og forhold, man som bruger og udbyder skal forholde sig til i alle faserne i produktets levetid, jf. ovenfor.

Påvirkninger, der giver ressourceeffekter

- Energiråstoffer (forbrug af forskellige former for energi)
- Materialeråstoffer (forbrug af alle materialer til bygværker/produkter)
- Vand (specielt forbrug af rent grundvand)

Påvirkninger, der giver sundheds- og ydre miljøeffekter

- Emissioner (udledninger) til luft (og dermed påvirkning af det globale, regionale og lokale miljø – drivhuseffekt, effekter på ozonlaget)
- Emissioner til vand (spildevand med indhold af fremmedstoffer for miljøet)
- Emissioner til jord (kemiske og biologiske stoffer, som kan medføre længerevarende eller permanent forurening)
- Energifremstilling
- Materiale fremstilling
- Transport
- Affaldsbehandling
- Fast affald (bortskaffelsen)
- Støj og vibrationer (lydniveau fra maskiner mv.)
- Ændrede fysiske omgivelser (ændring af arealer for bygværker og dets omgivelser)

De stoffer, der oftest fokuseres på, er: NO_x, CO, CO₂, SO₂, VOC, PAH, tungmetaller, halogener, CFC-gasser, støv, cyanider og dioxiner, men andre stoffer, der kan skade miljøet, er selvfølgelig lige så vigtige at have med.

Påvirkninger, der giver sundhedseffekter i arbejdsmiljøet

- Luftkvalitet (gasser og partikler/støv, allergi)
- Hudpåvirkninger (hudkontakt med farlige stoffer, allergi)
- Termiske forhold (temperaturer)
- Lys og stråling (svagt og stærkt lys, ioniserende stråling, radioaktivitet, cancer)
- Støj og vibrationer (lydniveau og vibrationer fra maskiner, høreskader)
- Ergonomi (belastninger af kroppen og arbejdsskader)

Miljømål

Grundlaget for f.eks. en kommunes eller anden bygherres miljøvurderinger skal altid være et sæt mål og krav, som man politisk ønsker overholdt.

Målene opstilles for at have noget konkret at styre efter. Er målene målbare, præcise og realistiske, kan man på denne måde vurdere miljøpåvirkninger fra de enkelte anlægsmetoder mod hinanden.

Eksempler på overordnede mål og krav er

Arbejdsmiljø:

Miljøskadelige stoffer må ikke forekomme på kommunens arbejdspladser eller i kommunens bygninger og anlæg.

Standarden på alle brønde og bygværker skal som minimum overholde arbejdstilsynets krav, og skal være således, at arbejdsmiljøet motiverer til ansvarsfuld og kvalitetsbevidst drift og vedligeholdelse.

Produkter:

De produkter, der anvendes i kommunens bygninger og anlæg, skal være fremstillet, udført og skal kunne drives i hele dets levetid med et minimum forbrug af energi.

Omgivelser:

Ved udførelse og drift og vedligeholdelse af kommunens bygninger og anlæg skal borgere og andre, der færdes i kommunen, generes mindst muligt af støj, støv og lugt. Og omgivelserne skal generes mindst muligt ved optagelse af arealer, mindsket trafiksikkerhed, ødelæggelse af grønne områder og lignende.

Sådanne overordnede, politiske mål skal normalt deltageres og gøres målbare efter behov, ligesom tilsvarende - mere eller mindre strenge - mål og krav kan opstilles for alle de øvrige områder inden for miljøpåvirkninger.

På denne måde fastlægges der grænser dels for omfanget af Miljørigtig projektering i kommunen, dels for bedømmelsen af resultaterne: Hvad er godt nok for miljøet i denne kommune?

7 Rensning af ledninger

7.1	Rensning af afløbsledninger	1
7.2	Planlægning af en oprensningsopgave	1
7.3	Udførelse	4
7.4	Rensning af vandledninger	8

8 Strømpeforinger

8.1	Indledning	1
8.2	Anvendelsesområder	2
8.3	Forundersøgelse	4
8.4	Forberedende arbejde	5
8.5	Installation	6
8.6	Afsluttende arbejder	8
8.7	Kontrol og dokumentation	8

9 Sliplining

9.1	Indledning	1
9.2	Anvendelsesområder	1
9.3	Forundersøgelser	2
9.4	Forberedende arbejder	2
9.5	Installation	3
9.6	Afsluttende arbejder	7
9.7	Kontrol og dokumentation	7

10 Close fit foringer

10.1	Indledning	1
10.2	Anvendelsesområder	1
10.3	Forundersøgelse	2
10.4	Forberedende arbejde	2
10.5	Installation	3
10.6	Afsluttende arbejder	4
10.7	Kontrol og dokumentation	5

11 Paneler

11.1	Indledning	1
11.2	Anvendelsesområde	1
11.3	Forundersøgelse	3
11.4	Forberedende arbejde	3
11.5	Installation	4
11.6	Afsluttende arbejder	6
11.7	Kontrol og dokumentation	7

12 Rørsprængning

12.1	Indledning	1
12.2	Anvendelsesområder	2
12.3	Forundersøgelse	3
12.4	Forberedende arbejde	3

12 Rørsprængning

12.5	Installation	4
12.6	Afsluttende arbejder	6
12.7	Kontrol og dokumentation	7

13 Styret boring

13.1	Indledning	1
13.2	Anvendelsesområder	1
13.3	Forundersøgelser	2
13.4	Forberedende arbejder	2
13.5	Installation	3
13.6	Afsluttende arbejder	6
13.7	Kontrol og dokumentation	6

14 Gennempresning og mikrotunnelering

14.1	Indledning	1
14.2	Anvendelsesområder	1
14.3	Forundersøgelser	2
14.4	Forberedende arbejde	2
14.5	Installation	2
14.6	Afsluttende arbejder	5
14.7	Kontrol og dokumentation	5

15 Brøndrenovering

15.1	Indledning	1
15.2	Anvendelsesområde	1
15.3	Brøndrenoveringshåndbogen	1
15.4	Renovere eller sløjfe?	1
15.5	Opmåling og registrering af brønde	2
15.6	Brøndobservationer	3
15.7	Metoder	5

16 Kabelføring i ledninger

16.1	Indledning	1
16.2	Anvendelsesområder	1
16.3	Monteringsmetoder for kabler i kloakker	2
16.4	Vurdering af de forskellige monteringsmetoder	4
16.5	Drift og vedligeholdelsesforhold	4
16.6	Vejledning i anvendelse	4

7.1 Rensning af afløbsledninger

Lige så længe der har været kloakker, har det været nødvendigt at have metoder til oprensning af afløbssystemet, når det slammede til.

Der findes mange metoder til oprensning af kloaksystemet, men den mest anvendte udførelsesmetode har siden 60'erne været højtryksspuling.

Til trods for den relativt lange periode højtryksspuling har været praktiseret i, og til trods af, at denne udførelsesmetode indebærer en vis helbredsrisiko for det udførende mandskab, findes der i dag ingen generelle vejledninger eller anvisninger, som producenter, det operationelle mandskab eller de administrative medarbejdere skal forholde sig til ved udførelse af rensning af kloakledninger.

Når kloakforsyninger i Danmark udbyder en oprensningsopgave i kloaksystemet, gælder således kun reglerne i Kloakbekendtgørelsen. Desuden har Arbejdstilsynet udarbejdet et notat (en at-meddelelse), som omhandler arbejder med højtryksrenseanlæg (se referencer).

DS 432:2000 "Norm for afløbsinstallationer" (se referencer), foreskriver blot, at afløbsinstallationer skal udføres, så "alle dele let kan renses". Endvidere gælder normen ikke for hovedkloakker.

Det forventes dog, at der snart kommer en ny dansk Standard gældende for området. Således har CEN's tekniske komité udsendt CEN/TC 165 "Management and control of sewer cleaning operations in Drains and Sewers" (se referencer) til høring i foråret 2001. Det forventes, at denne efter godkendelse højes til dansk standard.

Rensning af kloakledninger i praksis foretages af mandskab, der udelukkende er uddannet på baggrund af erfaringsudveksling. Denne erfaringsudveksling er også et vigtigt redskab for at kunne videreudvikle sig fagligt, men sikrer nødvendigvis ikke en oplæring i kloakanlægs opbygning, funktion, materialetyper, sundheds- og sikkerhedsmæssige krav osv..

Der arbejdes i øjeblikket i Danmark på at få skabt en vejledning på kravspecifikationer til planlægning, mandskab, udstyr og arbejdsmetoder for højtryksspuling. Derudover forsøges etableret en uddannelse på området. Disse tiltag

foretages for bl.a. at sikre bedre rensning, forebygge skader på ledningsanlæg og sidst, men ikke mindst, forebygge arbejdsskader.

I bl.a. Sverige og Norge har man etableret en sådan form for uddannelse på området. Uddannelsen er dog ikke obligatorisk for at kunne udføre erhvervet i de pågældende lande.

Rensning af ledninger er ikke en arbejdsopgave, der i dag er særligt godt undersøgt, beskrevet og dokumenteret. Det stiller store krav til udbyderen af en oprensningsopgave, dels for at sikre, der anvendes det rette materiel til opgave, dels for at sikre, at arbejdet udføres i henhold til gældende lovgivning. Det er disse forhold, der specielt er lagt vægt på i den følgende gennemgang af området.

7.2 Planlægning af en oprensningsopgave

Det er kommunerne, der forestår drifts- og vedligeholdelse af de offentlige afløbssystemer herhjemme. Derfor bør der også i kommunernes kloakforvaltninger være fokus på, at afløbssystemerne vedligeholdes, samt at akutte udkald eller andre u hensigtsmæssige driftssituationer minimeres i størst muligt omfang.

Dette afsnit vil primært behandle større planlagte oprensningsopgaver, men selv mindre opgaver kræver også forberedelse af samme karakter.

En grundlæggende forudsætning for udførelse af en vellykket oprensningsopgave er bl.a.:

- Grundig planlægning
- Veluddannede medarbejdere
- Korrekt og vedligeholdt materiel
- Kendskab til afløbssystemet

For at gennemføre rensning af ledninger må det først besluttes, hvilken strategi der ønskes anvendt.

Der skal her nævnes:

- Periodisk rensning (med faste eller variable tidsintervaller)
- Tilsynsbaseret rensning
- "Brandslukning", dvs. kun akutte udkald

Den vel nok oftest anvendte strategi er periodisk rensning med rimeligt faste intervaller. Den er forholdsvis enkel at administrere samtidig med, at den typisk er opbygget på baggrund af tilbagemeldinger fra det udførende mandskab. Som eksempel herpå kan nævnes en ledning, der er lagt uden at være selvrensende, og derfor kræver en periodisk rensning for at undgå kapacitetsproblemer eller lugtgener.

Årsager til, at forebyggende oprensning bør foretages kan være:

- Sikre, at den nødvendige hydrauliske kapacitet fortsat er tilstede i afløbssystemet
- Undgå akutte forstopper
- Mindske forurening fra overløbsbygværker
- Mindske lugtgener
- Forberedelse til TV-inspektion
- Forberedelse til renoveringsarbejder

For at kunne planlægge den forebyggende rensning rigtigt an, er det vigtigt at udnytte de informationer, som markfolkene rapporterer tilbage til kontoret. Og for at kunne få de informationer, der ønskes fra marken, skal de skemaer eller lign., der anvendes, sikre, at det lige netop er de korrekte informationer, markfolkene angiver. Ellers vil markfolkene føle dokumentationen omsonst, og derved bliver afrapporteringen ikke som forventet.

Det betyder kort sagt, at der skal udarbejdes en dokumentation, der er nødvendige for den videre planlægning, hverken mere eller mindre.

Ligeledes er der klart, at de ledningsplaner, der anvendes til planlægningen, er i overensstemmelse med de virkelige forhold.

Valg af rensemetode

På basis af ovenstående planlægning skal der foretages valg af rensemetode. I disse overvejelser skal årsag til rensbehovet inddrages. Er eksempelvis ledningens tilstand meget ringe, kan en kraftig skylning eller en let højtryksspuling måske være nok til at afhjælpe årsagen. I andre tilfælde skal det måske overvejes om pakgarnet i samlingerne forsvinder ved højtryksrensning, om ledningen falder sammen, om der er indragende stik, således at en eventuel rodskæring vil ødelægge stiktilslutning osv..

Ældre støbejernsledninger bør ikke højtrykspules med mindre de efterfølgende

renoveres med eksempelvis NO-DIG metode. Dette skyldes, at der kan være stor risiko for lækage på grafitterede grå jernledninger.

Som grundlag for valg af rensemetode bør der derfor overvejes/undersøges:

- Årsag til rensning
- Ledningsmateriale, dimension og samlingsmateriale
- Ledningstilstand
- Vandføring i ledningen
- Brøndplacering, afstand mellem disse samt trafikale forhold
- Nødvendigt omfang af information til borgere og myndigheder

Herefter kan det besluttes, hvilken form for rensemetode der skal vælges i det aktuelle tilfælde.

Der findes mange forskellige rensemetoder til afløbsledninger, men de mest kendte metoder i Danmark er:

- Split
- Rensestænger
- Kloakrensemaskiner
- Rensekugler
- Grave- og skraberedskaber
- Højtryksspuling
- Rodskæring
- Rensegris

Af alternative forebyggende rensemetoder kan nævnes, at i bl.a. Tyskland og Danmark benyttes såkaldte vakuumsystemer, hvor vand ved hjælp af vakuum suges op i en slags vandtårn. Ved et udløsende signal frigives dette "samlede vandvolumen", hvorefter ledningsnet eller bassin anlæg renses af den dannede bølge. Disse systemer er særligt velegnede i topografisk flade områder. Sådanne systemer er derfor ved at vinde indpas i Danmark.

Den simple udgave af vakuumsystemet er en lettere skylning af afløbsledninger ved at hælde vand i opstrøms brønd, hvorved vandet ved gravitation vil rense afløbssystemet nedstrøms.

Efterfølgende skal de vel nok mest kendte metoder omtales, nemlig de tre sidstnævnte i ovenstående oversigt, da de anses for at være de mest anvendte metoder.



Højtryksspuler.

Højtryksspuling

Højtryksspuling er den mest anvendte rensemetode på offentligt ledningsanlæg. Højtryksspuling foregår med vand, der sættes under tryk ved hjælp af en pumpe. Vandet pumpes herefter i slanger ud til spulehovedet, der er fastspændt i slangeenden. Vandtrykket kan variere efter typen af opgaver, men tryk på 30-200 bar er helt almindelige. Ved industrispuling kan trykket være langt højere, nemt op til 800 bar.

Spuleslangen skydes frem i ledningsanlægget, ved at spulehovedet sender vandstrålen bagud. Når spulehovedet er fremme ved "startpunktet for opgaven", sættes det nødvendige tryk på slangen, og denne trækkes tilbage mod indførsingsstedet. Aflejret materiale trækkes på denne måde tilbage mod indførsingsstedet. Start af rensning vil således typisk ske opstrøms fra og mod nedstrøms brønd, således at tyngdekraften ikke skal overvindes. Dog kan trafikale forhold, private arealer, bygninger eller andet bevirke at oprensningen skal foretages modstrøms.

Højtryksspuling kan anvendes til at fjerne primært løse aflejringer, men også faste aflejringer i et vist omfang. Normalt opsamles materialet af en slamsuger. Slamsugeren er typisk en integreret del af en højtryksspuler.

Rodskæring

Trærødder ses ofte i vore afløbsledninger og kan være årsag til, at der opstår driftsstop. Det er typisk rødder fra træer med dybdegående

rødder som pil, poppel og birk. Disse træsorter har et meget veludviklet rodnet.

Mindre rødder kan fjernes ved højtryksspuling, hvor vandstrålernes høje tryk afskærer rødderne.

Metoden benyttes især til opgaver, hvor ledningsanlægget "blot" skal rengøres. Til opgaver, hvor der kun skal skæres træerødder, bør der anvendes mekanisk rodskæring.

Mekanisk rodskæring udføres med en rodskærer. Rodskæren påmonteres slangen fra højtryksspuleren, og styringen sker her fra.

Til mekanisk rodskæring er det hyppigt anvendte skæregrej kæder, men der findes andet udstyr, eksempelvis knive. Det er meget vigtigt, at rodskæringsgrejet tilpasses ledningsdiametere meget præcist, så de ikke ødelægger ledning

Eksempel på en rodskærer.



gen eller "sig selv" ved brug. En mekanisk rodkærer er derfor normalt monteret på et styrt til sikring af, at udstyret er centreret i ledningen.

Rensegris

Ved trykssystemer kan rensning foretages med en såkaldt rensgris. En rensgris kan være af fast skumgummi, plastmateriale m.v.. Denne metode benyttes også ved vandforsyningsledninger.

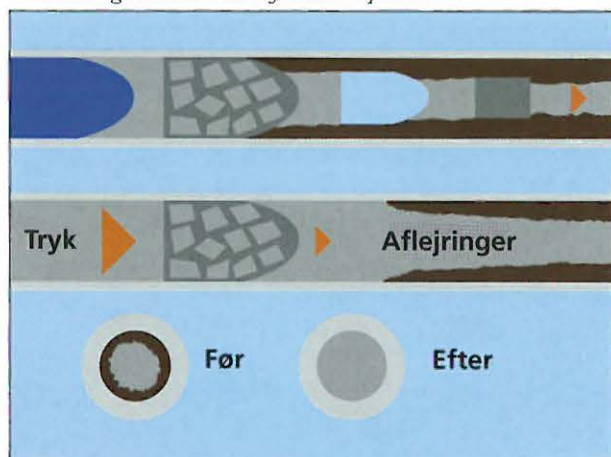
Rensegrisen indføres i trykledningen, så tæt på pumperne som muligt. I oppumpningsbrønden indsættes et fangstnet til rensgrisen.

Herefter trykkes rensgrisen gennem trykledningen ved hjælp af vandtrykket, hvorved eventuelt materiale skubbes videre fremad i systemet.

Rensegrise.



Rensegrisen trykkes gennem trykledningen, hvorved aflejringerne løsnes og skubbes videre fremad i systemet.



Oprensset materiale

Inden en renseopgave udbydes til den udførende entreprenør, bør bygherren endvidere oplyse, hvordan det oprensede materiale ønskes behandlet.

Der kan nemlig være store forskelle på deponeringsafgifterne på materialet fra hhv. regnvand- og spildevandssystemet.

En gennemført oprensning er oftest forårsaget af et driftsproblem i ledningsanlægget. Som eksempler på årsag til oprensning kan nævnes driftsstop p.g.a. større sandophobning med deraf mulig forstoppelse nedstrøms, udledning af materiale til nedstrøms recipient, fjernelse af olie/fedt/rødder, lugtgener o.lign.

7.3 Udførelse

Når entreprenøren skal til at starte på en opgave, er der en række forskellige punkter, der bør afklares forud for igangsætningen.

Det bør undersøges om:

- Opgaven er entydigt beskrevet
- Information til berørte beboere i.h.t. til aftale/beskrivelse er udført
- Det valgte mandskab kan magte opgaven
- Spulegrejet passer til renseopgaven
- Nødvendigt afspærringsmateriel forefindes på vognen

Bygherren bør specielt sikre sig, at den valgte entreprenør har det materiel, der skal bruges til opgaven, samt at det valgte mandskab kan magte opgaven. Det vil igen sige, at bygherren skal være langt bedre til at stille krav til spuleentreprenørerne.

Spulemateriel

I dette afsnit omtales de såkaldte højtryksspulere, da disse vogne er de mest udbredte indenfor oprensning af ledningsanlæg.

Spulevogne

I dag fremstilles der overordnet 3 typer spulevogne:

- Separat spulevogn
- Spulevogn og slamsuger (Kombivogne)
- Genbrugsvogn med slamsuger

Spulevogne benyttes typisk til opgaver hos private ledningsejere, hvor der er konstateret forstoppelser i stikledning, faldstamme eller lignende. I sådanne tilfælde er det sjældent nød-

vendigt at suge løsnet materiale op fra ledningerne. Spulevogne kan, som navnet siger, kun spule ledninger og er derfor velegnet til sådanne opgaver.

Spulevogne med slamsuger eller kombivogne er de mest almindelige i Danmark. Disse benyttes til oprensning af såvel hoved- som stikledninger. Vognene er forsynet med en højtrykspumpe til spulingen og en vakuumpumpe til slamsugning.

Genbrugsvogne er de seneste år anvendt meget i Danmark. Genbrugsvogne suger spulevandet fra ledningen og genbruger det efterfølgende. Genbrugsvogne er velegnet til opgaver, der kræver meget vand, eksempelvis større ledninger. Genbrugsvogne er ligesom kombivogne forsynet med både en højtryks- og en vakuumpumpe.

Spulehoved

Spulehovedet kan sammenlignes med en grave-maskines skovl, idet der skal benyttes forskellige størrelser afstemt efter arbejdets art.

Overordnet findes der tre typer spulehoveder:

- Det konventionelle spulehoved
- Spulehoved med kegle
- Spulehoved med rør

Ved det konventionelle spulehoved ledes vandstrømmen ikke bagud, men skal selv finde vej ud af dysehullerne, hvorimod vandstrømmen vendes gennem kanaler ved de to andre typer.

3 typer spulehoveder.



Svenske forsøg har vist, at renseeffekten er størst, når vandstrålen ikke kommer på dråbeform (forstøvning). Derfor hænger valg af vandtryk, udformning af spulehoved og dysehuller nøje sammen, når opgaven skal planlægges. Ved det konventionelle spulehoved opstår der et stort tryktab, når vandstømmen skal vendes, hvorimod de to øvrige har langt mindre tryktab, fordi vandet føres rundt i spulehovedet gennem buede kanaler.

Spuleslanger

For at rense ledningerne bedst muligt skal valg af vandmængde, slangelængde og -dimension tilpasses opgaven. Nedenfor er angivet vejledende kriterier til valg ved forskellige rørdimensioner.

Slange-diameter	Pumpe l/min.	Rørdimension
1/2"	60	op til 160 mm
3/4"	175	op til 300 mm
1"	300	op til 600 mm
1 1/4"	400	op til 900 mm
1 1/4"	500	op til 1000 mm

Slanger findes typisk i 3 typer materiale, nemlig plast-, gummi- og hydraulikslanger. Hydraulikslanger er tunge, elektrisk ledende og der opstår let en flosset overflade af vævet armering med deraf følgende risiko for rifter eller sår ved håndtering. Plastslanger er stivere end gummislanger, der har vægten imod sig. Det er oftest plast- og gummislanger, der anvendes i Danmark.

Vandtrykket måles oftest med et manometer tæt ved pumpen. Som omtalt under spulehoveder er det vandtrykket ved spulehovedet, der under arbejdets udførelse har interesse. For at beregne dette vandtryk skal tryktab, der opstår mellem manometer og spulehovedet, altså typisk slangedelen fratrækkes.

Såfremt der fra ledningsejerens side stilles krav til det benyttede spuleudstyr, uanset at det måtte besværligt for entreprenøren at skulle skifte slange eller spule-tryk/hoved, kan gevinsten ikke desto mindre være besparelser i vandforbruget, færre over-/undertryksuheld i stik og dermed færre utilfredse borgere.

For entreprenøren vil mindre vandtryk, "rigtigt" valg af slangedimension samt tilpasset vandmængde i forhold til udstyr medvirke til

mindre slidtage, færre erstatningssager og dermed forhåbentligt en bedre og billigere oprensning.

Spulemandskabets erfaringer

Omkring det udførende spulemandskab skal byggherren skal specielt være opmærksom på følgende forhold vedrørende det udførende spulemateriale:

Uddannelse

Der findes i dag ikke en egentlig uddannelse af spuleoperatører i Danmark. Uddannelse af nye operatører sker typisk ved en såkaldt "føl-ordning".

I at-meddelelse nr. 4.04.18 "Arbejde med højtryksrenseanlæg" (se referencer) fremgår, at den, der arbejder med højtryksrenseanlæg, skal:

- have godt kendskab til anlæggets sikkerhedsmæssige funktion, udstyr og pasning
- være velinformeret om de sikkerheds- og sundhedsmæssige krav, der gælder for arbejdet med anlægget
- have tilegnet sig en sikker arbejdsteknik, som bedst muligt værner mod ulykkes- og sundhedsfarer under arbejdet.

Det er således arbejdsgiverens pligt at sørge for, at spuleoperatørerne opnår og overholder disse krav.

For at kunne rense et ledningsanlæg til det stillede kvalitetskrav, må mandskabet nødvendigvis have oparbejdet en viden og erfaring på fagområdet. Dette gælder i forhold til materiel, arbejdets udførelse, sikkerhed og arbejdsmiljø, kloaksystemers udformning samt de for områdets gældende love og bekendtgørelser.

I mange tilfælde er der tale om énmandsfirmaer, dvs. arbejdsgiver og operatør er en og samme person, og dette kan måske medføre konflikt på de før omtalte videns- og erfaringsområder.

Det er derfor ønskeligt, at der snarest muligt etableres et uddannelsesforløb for eksisterende og kommende operatører samt administrative medarbejdere. Således vil det kunne sikre, at arbejdet med rensning af ledningsanlæg udføres på en mere sikker og forsvarlig måde for både mandskab, ledningsanlæg og omgivelser.

Sikkerhed og sundhed

Ved højtryksrensning af afløbssystemer er der en mængde faktorer, der kan skabe utilsigtede situationer for såvel operatører som for de nærliggende omgivelser. Nogle af disse faktorer skyldes menneskelige fejl, andre forkert/manglende udstyr, dårlig vedligeholdelse eller planlægning.

Da der for tiden ikke findes en egentlig uddannelse på området, kan det heller ikke komme bag på nogen, at de regler og bekendtgørelser, der eksisterer på området, måske ikke er kendte i fuldt omfang hos de udførende firmaer.

Derfor omtales afsnit fra den danske kloakbekendtgørelse med de oftest anvendte paragraffer samt den omtalte arbejdstilsynsmeddelelse kort i det følgende. CEN's tekniske komité har netop sendt en norm til høring for dette fagområde, men da der endnu ikke er indgivet høringssvar, kan denne norm ikke på nuværende tidspunkt behandles nærmere her.

Den danske kloakbekendtgørelsen

"Bekendtgørelse med kloakarbejde m.v.", Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 473 af 7. oktober 1983 med ændring nr. 9 af 14. januar 1988 (se referencer), omhandler en række krav til bl.a. indretning af arbejdssted, hjælpemidler, udførelse af arbejdet, beskyttelsesudstyr og velfærdsforanstaltninger.

For arbejdsstedet gælder, at såfremt det er muligt, skal højtryksspulingen foretages fra terræn. Hvis en nedstigning i kloakanlægget bliver nødvendigt, må ledningerne ikke være under 1200 mm (dog er der set dispensationer ned til 800 mm ledninger). Nedstigning i kloakanlæg kan eksempelvis være aktuelt ved faste aflejringer, rørstumper, mursten o.lign., der ikke umiddelbart kan fjernes ved højtryksspuling. En særlig betingelse er dog, at opholdet i brønden eller ledningsdelen maksimalt udgør 5 minutter og ikke kunne forudses.

Såfremt det er nødvendigt at arbejde fysisk inde i et ledningsanlæg, er der krav om bl.a. måleudstyr til registrering af forskellige luftarter, hejseværk og vagtmand. Hvis opholdet forventes at vare længere end 5 minutter, udløser dette øgede sikkerhedsforanstaltninger såsom ekstra vagtberedskab og mekanisk ventilation, hvis det vurderes/måles, at den stedlige udluftning ikke er tilstrækkelig.

Under afsnittet for tekniske hjælpemidler skal der for farligt fjernbetjent maskineri være placeret et nødstop i umiddelbar nærhed af maskineriet. Ligeledes skal det sikres, at ansatte ikke kommer i kontakt med det opsugede materiale eller udsættes for sundhedsskadelig påvirkning, eksempelvis aerosoler eller skadelige dampe/luftarter.

Desuden er der krav til beskyttelsesudstyr. Der skal eksempelvis benyttes særligt arbejdstøj, eventuelt masker, såfremt tilbageslag af spulevand med tilhørende bakterieflora ikke kan undgås, eller når spuling ikke kan foretages fra terræn. Herudover er det nøje beskrevet, hvorledes arbejdstøjet og de personlige værnemidler skal opbevares, behandles og vaskes.

Arbejdstilsynets krav til velfærdsforanstaltninger (spiserum, omklædningsfaciliteter, baderum etc.) skal ligeledes overholdes.

For samtlige ovennævnte krav gælder, at arbejdsgiveren drages til ansvar og straffes, såfremt Kloakbekendtgørelsens krav ikke overholdes.

Arbejde med højtryksrenseanlæg

Denne at-meddelelse nr. 4.04.18, oktober 1990 "Arbejde med højtryksrenseanlæg" (se referencer) præciserer og skærper nogle af kravene fra kloakbekendtgørelsen.

Eksempelvis fastslås, at højtryksrenseanlæg er anlæg med et tryk større end 25 bar, og at anlæg med tryk over 70 bar kun må benyttes af personer over 18 år, medmindre dette indgår i en lærlingeuddannelse eller lign..

Der stilles krav til, at der anvendes to-hånds greb på sprøjterør eller lign., ergonomisk aflastning, fodtøj med skridsikre fodsåler, og at anvendelse af anlæg med forbrændingsmotorer indendørs kræver effektiv bortledning af udstødningsskassen.

At-meddelelsen foreskriver, at der skal anvendes vandtætte handsker og forklæde eller dragt, hvor kloakbekendtgørelsen kun kræver dette ved nedstigning i kloakanlægget. Ligeledes er der krav om, at høreværn er påbudt, såfremt støjbelastningen overstiger 85 dB(A), samt at der normalt skal benyttes øjenværn til beskyttelse mod aerosoler og væskedråber.

Ligeledes beskriver at-meddelelsen krav til omfanget af en intern oplæring og instruktion i anvendelse af udstyret. Det er arbejdsgiverens pligt at sikre dette.

Endvidere skal højtryksrenseanlæggene efter ses og vedligeholdes og være i sikkerhedsmæssigt forsvarlig stand. Dette forudsætter, at slidte eller defekte dele udskiftes samt at leverandørernes forskrifter overholdes.

Slutteligt skal spuleentreprenøren sikre den nødvendige skiltning og afmærkning.

Dokumentation af det udførte arbejde

Bygherren bør sikre, at al oprensning afrapporteres i en eller anden form. Dette for at sikre, at arbejdet bliver udført tilstrækkeligt grundigt, men så absolut også for at opnå et redskab til planlægning af fremtidige renseopgaver.

Bygherren bør udarbejde et spuleskema, og gennemgå det med spuleentreprenøren, da der kan være forskelle mellem de forskellige entrepriser. Det er således ikke unormalt, at der ved rensning skal dokumenteres:

- Dato, operatør, materiel og andre basisoplysninger
- Anslåede oprenset sand/stenmængder på de oprensede ledninger
- Placering af forstoppelser
- Øvrige oplysninger

Desuden kan der opstå situationer, som ikke kan noteres i skemaet, men som kan være af væsentlig karakter for ledningsejeren. Disse kan noteres i en logbog eller afvigelsesrapport og kan eksempelvis indeholde oplysninger om:

- Afvigende kortgrundlag
- Fejlkoblinger
- Bagfald
- Særlige forhold, eksempelvis indsigning, særlig lugt i slam, forurening, kluklyde osv.
- Oplysninger fra beboere i området til operatør

Under entreprisen kan der nok med fordel afholdes et byggemøde for at få indsamlet de registrerede oplysninger, specielt oplysninger af særlige karakterer, så den pågældende ledningsejer hurtigt kan få igangsat eventuelle nødvendige tiltag. Det kunne eksempelvis være, hvis der konstateres forurening i en ledning, at pågældende udleder bliver gjort bekendt med denne og kan få denne stoppet.

Af samme årsag bør der ved entrepriseafslutningen afholdes en aflevering/byggemøde, hvor der foretages en gennemgang af entreprisen.

7.4 Rensning af vandledninger

I de forudgående afsnit er rensning af kloakledninger blevet nøje beskrevet. Det er imidlertid ligeledes nødvendigt at omtale rensning af vandledninger, idet disse også med mellemrum skal behandles.

I denne forbindelse kan det som en generel betragtning nævnes, at man kan benytte de samme rensningsmetoder i vandledninger, som i kloakledninger. Rensningsmetoden kan imidlertid afhængige af vandledningens funktion og dimension, idet man skelner mellem råvandsledninger, hoved- og forsyningsledninger, samt stikledninger.

Vandet, der bliver pumpet op fra vores undergrund, indeholder bl.a. jern og mangan (okker) samt calcium og magnesium (kalkbelægninger). I råvandsledninger aflejres disse stoffer som bløde fedtede belægninger.

Visse råvandstyper danner hårde belægninger ved tilstedeværelse af selv lave iltkoncentrationer og ved turbulens.

I rentvandsledninger optræder belægninger i form af de såkaldte inkrusationer, som er hårde knoldeformede gevækster der består af jern og kalk. Disse er særlig udtalte i ledninger af gråt støbejern der transportere hårdt vand.

Det er endvidere væsentligt at overveje, hvad ledningen skal benyttes til efter rensningen, ligesom det er vigtigt at vurdere, hvilket rørmateriale ledningerne er udført i. Her tænkes specielt på, at de enkelte rensningsmetoder kan have forskellige virkninger og effekt, hvis der f.eks. renses i PVC og støbejern.

Ydermere er der særlige forhold, man skal henlede opmærksomheden på forud for rengøring af vandledninger:

- Gamle støbejernsledninger er ofte belagt med hårde jern/kalkaflejringer indvendigt, hvorfor det kan være vanskeligt at fjerne disse effektivt med rensegrise
- En særlig effektiv rensning, hvor alle aflejringer fjernes, er højtryksspuling på op til 1000 bar. Ved benyttelse af denne metode skal det bemærkes, at man i graffitterede støbejernsledninger efterfølgende er nødsaget til at renovere ledningen, fordi man ved benyttelse af det meget høje tryk beskadiger røret med risiko for senere lækager.
- Forud for en renovering med PE rør skal alle aflejringer fjernes effektivt for ikke at be-

skadige PE røret under indføring i det eksisterende rør.

- Ønsker man at fjerne aflejringer i gamle støbejernsledninger alene for at forbedre de hydrauliske forhold, anbefales anvendelse af rensegrise eller mekanisk rensning.
- Såfremt der gennemføres en rensning af støbejernsledninger uden en efterfølgende indvendig belægning, f.eks. cementisolering eller epoxybelægning, vil aflejringerne efter en forholdsvis kort årrække gendannes. Opmærksomheden henledes på, at den indvendige overflade i graffitterede støbejernsledninger har en stærk nedsat vedhæftningsevne.

Ovenfor nævnte rensningsmetoder kan kort uddybes nærmere:

Rensning med højtryksspuling

Udstyret trækkes igennem ledningen under kontrolleret hastighed. En roterende dyse centreret i røret bliver ved hjælp af et spil trukket frem igennem ledningen.

Hastigheden, hvormed man trækker udstyret gennem ledningen, samt den vinkel som jetstrålen rammer rørvæggen med, er vigtig for resultatet. Vandmængden, der benyttes, varierer fra 50 – 175 l/min under et variabelt tryk på mellem 1000 bar og 1500 bar.

Fremføringen af rensenheden foregår med omkring 30-50 cm./min afhængig af diameteren.

I enkelte tilfælde skal der påregnes udgifter for at bortskaffe opsamlet vand fra rensningen. Dette forhold er især gældende i bitumenbelagte ledninger.

Metoden, som den er beskrevet hér, fjerner uden de store problemer drypsten af okker, rust og mineralaflejringer, og er god til rensning af ledninger før renovering med PE rør for at skåne disse under gennemtrækning.

Formålet med højtryksspuling er at få en ren rørvæg og fuldstændigt tværsnit.

En metode til rensning af ledninger, som minder meget om ovenstående, er rodskæring. Denne form for rensning foregår ved at roterende kæder i kombination med vand ved 125-150 bar slår de faste aflejringer af indersiden af røret. Derefter kan man – afhængig af, hvilken

renoveringsmetode der skal benyttes – vælge at benytte en almindelig spuling til en fuldstændig oprensning af ledningen.

Rensning med grise

Rensning med grise kan foretages med enten vand eller trykluft. Grisene er udformet som bøjelige projektilformede skumcylindre med konkave trykflader. De er forsynet med kraftige spiraler af urethangummi, som er klæbet til cylinderens overflade, og det er denne gummi, som også kan være forsynet med stålspigge eller børster, der bevirker rensningen.

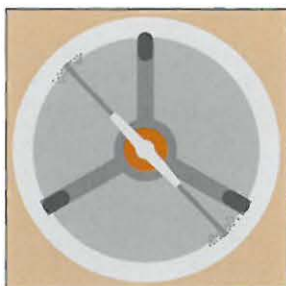
Selve rensningen foretages ved, at en rensegris i overstørrelse installeres i røret. Ved fremdriften gennem ledningen forårsages en gnidningsmodstand mod rørvæggen af det tryk, der sættes ind på bagsiden af rensegrisen.

Når trykket sættes på bagenden begynder den cylindriske krop og urethanbelægningen at blive sammenpresset i længderetningen og ekspandere radialt ligesom en kile.

Når trykket sættes bag på grisen, opstår der et højt tryk og en lille volumenstrøm mellem rensegris og rørvæg, hvilket giver en strålevirkning – og derved renseeffekt. Aflejringer bliver så at sige spulet fra rørvæggen, og samtidig holdes fremmedlegemer i bevægelse foran rensegrisen.

Formålet med rensning med grise er at fjerne løst sediment, forbedre vandgennemstrømning samt fjerne fremmedlegemer som jernoxyd (okker), kalk og bariumsulfid.

Indersiden af røret renses godt, og rensegrisene kan benyttes som metode forud for renovering med PE rør til almindelig sliplining. Metoden bliver i øvrigt anvendt som løbende vedligehold i større transportledninger for at undgå kraftig sedimentation. Der opnås et bedre flow og fuldt tværsnit i ledningen.



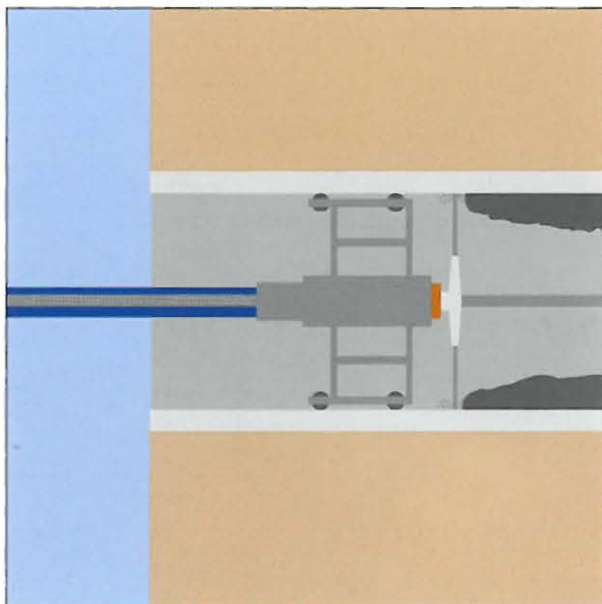
Rensning med skrabende værktøjer

Denne rensform foretages med skiver af stålborster og/eller karruseller af fjederstål, der trækkes igennem det eksisterende rør. En wire fra et wirespil føres igennem røret, og værktøjerne trækkes ved hjælp af spillet igennem den ledning, der skal rengøres. Skiverne, der trækkes igennem røret, er produceret i overstørrelse og presses således hårdt mod røret under fremdriften. Herved løsnes sedimentation fra rørvæggen og trækkes med ud. Rensningen foretages uden vand og kan have begrænsninger ved store mængder urenheder, som stuver sammen og danner en prop i røret, som forhindrer "rensetoget", i at blive trukket fremad.

Formålet med rensning med skrabende værktøjer er at fjerne løst sediment, forbedre vandgennemstrømning samt fjerne fremmedlegemer som jernoxyd (okker), kalk og bariumsulfid.

Inderside af rør renses godt. Metoden kan benyttes forud for renovering med f.eks. PE rør.

Skematisk eksempel på rensning med skrabende værktøjer.



8.1 Indledning

Strømpeforing har nu i en lang årrække været en etableret teknik, og et anerkendt alternativ til traditionel opgravning i de skandinaviske lande. Dette er ikke mindst sket på baggrund af de respektive landes kvalitetsarbejde og den i Danmark etablerede kontrolordning.

I jorden ligger et væld af kabler og ledninger. Etablering af netværk til distribution af vand og gas samt ledningskanaler til bortledning af regn- og spildevand blev påbegyndt i midten af 1800-tallet.

Den naturlige nedslidning af rørene og nutidens stadig større krav til deres funktion gør, at man nu i stort omfang fornyer/renoverer ledningerne. Systematiske undersøgelser og renovering af rørledninger har i Danmark langt det største omfang på kloakområdet.

Renovering af ledninger med strømpeforing blev opfundet af Peter Wood i 1972, og i midten af 70'erne blev de første installationer udført i Skandinavien. Efterfølgende er metoder op igennem 80'erne og 90'erne videre udviklet, blandt andet på materiale-området.

Hvad forstås ved strømpeforing

Navnet strømpeforing er dansk, hvor det i Sverige kaldes flexibla foder, og internationalt CIPP.

I henhold til de danske tekniske bestemmelser er strømpeforing defineret som:

”Strømpeforing er produkter/systemer, der baserer sig på et harpiksimprægneret tekstil, som først efter indføring og hærkning udgør et selv bærende rør.”

Fælles for alle strømpeprodukter er, at de er opbygget af filt eller glasvæv, imprægneret med en kunstharpiks. Denne harpiks kan være polyester, epoxy eller andet materiale, alt efter anvendelsesområde.

Der findes homogene og ikke homogene strømper. De homogene er strømper bestående af filt og kunstharpiks, materialer af samme oprindelse i hele laminatets tykkelse, hvorimod de ikke homogene strømper består af et bærelag (armering) og en kunstharpiks. Armeringen består i de fleste tilfælde af glasfiber. Fælles for de homogene og ikke homogene strømper er, at godstykkelsen bestemmes individuelt på baggrund af den eksisterende lednings konditioner.

De ikke homogene strømper, som er opbygget med glasfiberlaminater, har et højere E-mo-

dul og dermed en mindre godstykkelse.

Afsnittet om strømpeforing er primært udarbejdet på baggrund af oplysningerne i de deklarationer, der ligger til grund for de produkter, der i dag er optaget i den danske kontrolordning.

Der findes på nuværende tidspunkt ikke lignende kontrolordninger i de øvrige nordiske lande, men de strømpeleverandører, som er omfattet af den danske kontrolordning, stemmer stort set overens med de strømpeleverandører, der findes i vore nordiske nabolande. Fælles for alle de virksomheder, der er optaget i kontrolordningen er, at strømmen leveres fra en producent. Producenten kan være ejet af entreprenøren eller være en ekstern producent, der leverer imprægnerede strømper til en eller flere entreprenører i de forskellige lande.

Opbygning af strømpeforinger

Homogene strømper består af en filtpose imprægneret med kunstharpiks. Filtposen har som funktion at bære kunstharpiksen, og har således ikke nogen andel i det endelige produkts styrke. Filtposen er opbygget af 1 - 7 lag filt, som hver især er syet sammen med et langsgående søm. For at sikre et ensartet laminat forskydes syningen mellem de enkelte lag. Det yderste lag filt er coated med et lag PU, PE eller PP (bliver inder side på den renoverede ledning).

Ikke homogene strømper består alt efter leverandør enten af et diagonalt vævet filtag eller et laminat af forskellige typer glasvæv. For glasvævs vedkommende fungerer det som armering af strømmen. Det anvendte glasvæv kan enten være E-glas eller ECR-glas. E-glas er ikke kemikalieresistent og derfor ikke egnet til aggressivt spildevand, hvorimod ECR er kemikalieresistent og derfor kan anvendes til alle former for spildevand.

Harpikstyper vælges på baggrund af kundernes oplysninger omkring varme- og kemikalieforhold i den eksisterende ledning. Følgende hovedtyper anvendes:

- Polyester, anvendes ved alm. afløbsledninger
 - Epoxy, anvendes ved krav om varme og kemikalieresistens
 - Vinylester, anvendes ved krav om ekstraordinær varme- og kemikalieresistens
- Alle disse typer indeholder et antal under

varianter med egenskaber, der sikrer, at specielle forhold kan tilgodeses

8.2 Anvendelsesområder

For det enkelte projekt er det vigtigt at finde den rigtige renoveringsmetode. Fra gang til gang skal der vurderes f. eks. pladsforhold, det flydende medies kemiske sammensætning, tryk i ledningen, temperatur i ledningen, antal stiktilslutninger og antal brønde.

I det følgende er der givet en skematisk oversigt over anvendelsesområder og evt. begrænsninger ved metoden.

Rørtyper	Egnet Bemærk.
Kloakledninger	✓
Gasledninger	-
Drikkevandsledninger	✓ (se note A)
Kemiske/procesledninger	✓ (se note B)
Lige rør	✓
Rør med retningslinier	✓ (se note C)
Cirkulære rør	✓
Ikke cirkulære rør	✓ (se note D)
Rør med skiftende tværsnit	✓ (se note E)
Rør med stikledninger	✓ (se note F)
Rør med deformationer	✓ (se note G)
Trykrør	✓ (se note H)

- (A) Phoenix strømpen er godkendt til foring af vandledninger og kan kombineres med andre strømpefabrikanter for at opnå tilstrækkelig styrke.
- (B) Da hver enkelt strømpeproducent anvender forskellige typer harpiks, fylder mv. er kemikalieresistensen forskellig fra leverandør til leverandør. Men fælles for alle de beskrevne systemer er, at de ved anvendelse af polyesterfilt eller ECR glas er velegnede til aggressivt spildevand. Ved specielle krav bør man kontakte de enkelte strømpeleverandører for i fællesskab ud fra kemikalier, koncentration, temperatur mv. at finde det korrekte produkt.
- (C) Mulighed for retningsændringer afhænger af de enkelte systemers installation og udhærdningssystem. Strømper, som krænges ind, kan normalt gå igennem retningsændringer på op til 90 grader. Strømper, som udhærdes ved hjælp af UV-lys, har begrænsninger for, hvor store retningsændringer der kan accepteres. Strømper, som trækkes ind, har begrænsninger for, hvad

man kan tillade sig af retningsændring. Årsagen til dette er, at strømpen helst skal ligge på glidefolien, og under ingen omstændigheder må sno sig. Man skal være opmærksom på, at der kan opstå lodrette folder ved større retningsændringer.

- (D) Alle de beskrevne metoder kan anvendes til foring af hovedledninger med cirkulære, ægformede eller spidsbundede profiler.
- (E) Afhængig af strømpeproducent kan der foretages strømpeforing på ledninger med et dimensionsskift.
- (F) Åbning af stik foretages med cutter. Det er i dag muligt at åbne stik i ledninger i dimensioner over $\varnothing 100$ mm. I store ledninger genåbnes stik manuelt i ledningen. Med nogle af strømpeforingssystemerne kan der monteres indvendig tæt overgangsprofil mellem hovedledning og stikledning.
- (G) Ved mindre deformation kan der foretages strømpeforing. Ved kraftig deformation foretages lokal opretning med genrunder eller opgravningen inden foring.
- (H) Enkelte strømpeproducenter har laminatopbygning, der kan anvendes til trykrør.

Dimensionsområder og max. længde

Strømper installeret med vand kan udføres i alle dimensioner fra $\varnothing 100$ mm til $\varnothing 2000$ mm, og i længder på op til 600 meter.

Strømper installeret med damp, kan udføres i dimensioner fra $\varnothing 50$ mm til ca. $\varnothing 600$ mm, og i længder på op til max. 150 meter.

Strømper, som udhærdes med UV-lys, kan udføres i dimensioner fra $\varnothing 150$ mm til $\varnothing 900$ mm, og i længder på op til max. 200 meter.

Strømper, som trækkes ind, kan udføres i dimensioner fra $\varnothing 100$ mm til $\varnothing 1250$ mm, og i længder på op til max. 200 meter.

Punktreparationer

Punktreparationer udføres med en lang række forskellige systemer. Dimensionsområdet kan opdeles i to grupper:

- Dimensioner fra $\varnothing 150$ mm til ca. $\varnothing 600$ mm, som udføres med udstyr inde i ledningen
- Dimensioner fra ca. $\varnothing 600$ mm og opefter som udføres manuelt inde i ledningen

Strømpeproduktet, som anvendes til punkt-reparationen, er for det meste det samme som anvendes til almindelige strømpeforinger.

Punktreparationer er på nuværende tidspunkt ikke omfattet af den danske kontrolordning. Markedet er karakteriseret ved en lang række udbydere og systemer, for hvilke det gælder, at de vanskeligt kan dimensioneres, levetiden kan ikke dokumenteres, samt at evt. tæthed til eksisterende rør er tvivlsom.

Punktreparationer er reparationer og ikke NO-DIG renoveringer, til hvilke en bygherre kan forvente en levetid svarende til nyanlæg. Desuden giver punktrepARATIONER begrænsninger i, hvad man kan gøre med ledningen på et senere tidspunkt. Ved nogle punktrepARATIONER nedsættes tværsnittet væsentligt, hvilket vil ved en efterfølgende strømpeforing resultere i en fold.

Miljøforhold på arbejdspladsen

Det er den enkelte entreprenørs opgave at overholde de gældende lovgivninger omkring

arbejdspladsen. Især miljøet omkring renovering af spildevandsledninger har myndighedernes bevågenhed. Af eksempler, som der skal tages hensyn til, kan nævnes:

- Arbejdspladsvurdering
- Sikkerhedsorganisationen
- Plan for sikkerhed og sundhed
- Sikkerhedsforanstaltninger
- Sikkerhedsudstyr
- Velfærdsforanstaltninger
- Personlig hygiejne
- Beredskabsplan

Omkring ovenstående punkter bør man være opmærksom på, at såvel den nationale lovgivning som den stedlige myndighed har kompetencer inden for mange af de områder, som omfatter miljøforhold på arbejdspladsen.

Eksempel på strømperenovering.



Miljøforhold omkring produktet

Via produktspecifikationer bør det sikres, at det valgte produkt er velegnet til den aktuelle renoveringsopgave. Der stilles for eksempel væsentlig skrappe krav til rør, som skal transportere drikkevand, end til rør, som skal transportere spildevand. I den forbindelse er det væsentligt at sikre sig, at der foreligger de nødvendige oplysninger og godkendelser omkring produktet, som krævet af myndighederne.

8.3 Forundersøgelse

For at få det bedst mulige resultat i forbindelse med brug af strømpeforing til renoveringsopgaver er det vigtigt at gennemføre en omhyggelig forundersøgelse, der som minimum bør indeholde følgende:

- Den eksisterende lednings tilstand, baseret på TV-inspektion
- Behov for rensning, baseret på TV-inspektion
- Ledningsstrækningens længde og dybde
- Ledningsdimension, deformationer, forskydninger og retningsændringer
- Grundvandsspejlets niveau
- Placering af stiktilslutninger
- Trafikbelastning
- Data på stiktilslutninger som dimensioner, døde stik, stik i brug og indragende stik
- Brøndenes tilstand registreres



Eksempel på indføring under vanskelige forhold.

8.4 Forberedende arbejde

Når de nødvendige forundersøgelser er afsluttet, og projektet skal udføres, er der nogle rutiner for, hvorledes forarbejdet bør udføres for at opnå en effektiv renoveringsudførelse, såsom:

- Eventuelle planlagte overpumpninger inkl. tidsrum og antal berørte forbrugere.
- Planlagte trafikreguleringer og advisering deraf.
- Afpropning af ledninger (tidspunkter, tidsforbrug og antal stikledninger).

De nødvendige forberedende arbejder vil som oftest være afhængig af, hvilket medie røret skal transportere. Det forberedende arbejde ved en afløbsledning vil f.eks. bestå af:

- Kontrol og evt. slibning af indragende stik, rørdele og forskudte samlinger på det eksisterende rør.
- Kontrol og evt. slibning eller rodskæring af punktvis faste aflejringer.
- Højtryksspuling/rodskæring.
- Afpropning af døde stik.
- Evt. genopretning af den eksisterende ledning eller dele deraf ved kraftig deformation.

Dimensionering

I Danmark dimensioneres strømpeforinger, som udføres under Kontrolordningen for Ledningsrenovering, efter "Statisk dimensionering ved fornyelse af afløbsledninger (gravitationsledninger)", gældende udgave, udgivet af Danske Entreprenører (se referencer).

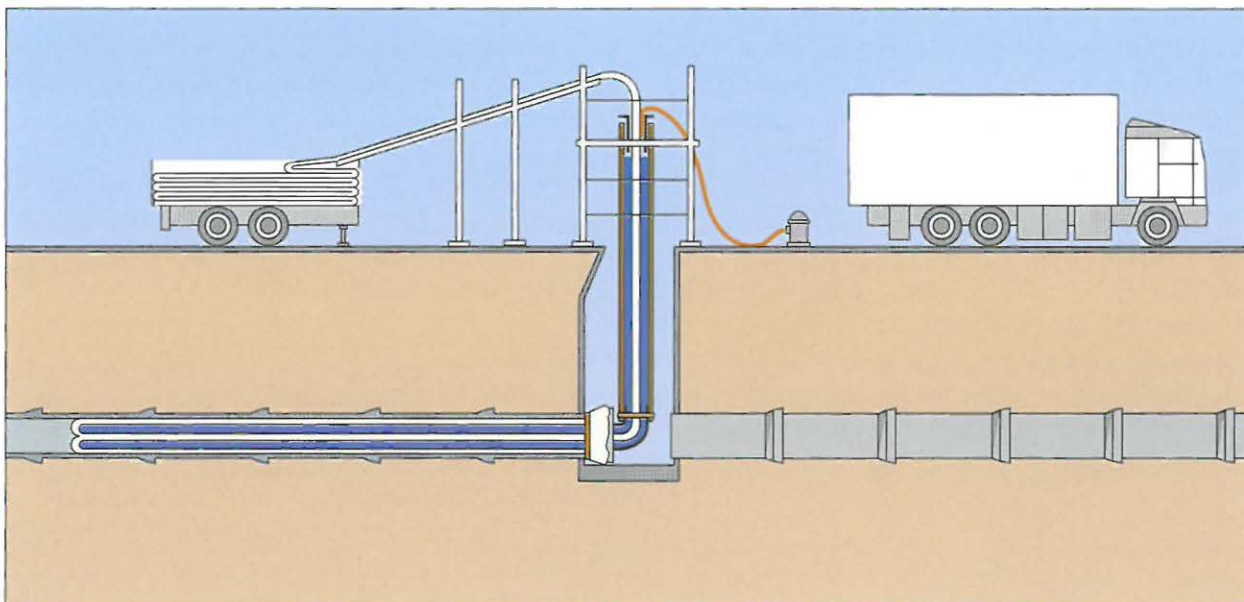
Materialeparametrene for hvert produkt bestemmes ud fra en løbende proceskontrol fastlagt i tekniske bestemmelser under kontrolordningen. Der er således sammenhæng mellem materialeparametrene og de partielkoefficienter, der er fastlagt i dimensioneringsgrundlaget, svarende til de krav, der stilles i DS 409.

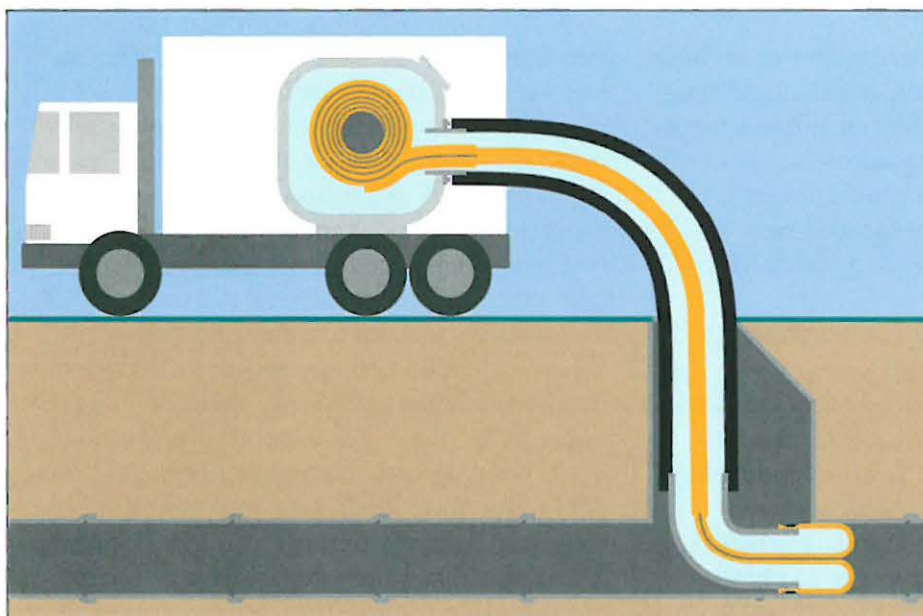
I forbindelse med dimensioneringen skal bygherren oplyse, om strømpeforingen skal dimensioneres som en ledning uden sidestøtte (f.eks. liggende i tørv/gytje) eller med sidestøtte (som en ledning lagt i jord). Endvidere skal det oplyses, om der er kendskab til grundvandsspejlets niveau, og om strømpeforingen skal kunne optage vertikale kræfter fra jord - og trafiklast. Proceduren herfor fremgår af dimensioneringsgrundlaget. Da materialeparametrene varierer fra produkt til produkt, vil godstykkelsen på en strømpeforing, dimensioneret under samme forudsætninger, være forskellig. Et homogent produkt med lavt E-modul vil således have en større godstykkelse, end et produkt, der indeholder glasfiberlaminat.

I Sverige dimensioneres efter VAV P66, og her skal bygherren oplyse følgende:

Rørets dimension, dybde, grundvandstryk, trafiklast samt deformation. Desuden skal bygherren oplyse sikkerhedsfaktor og jordens tangentmodul. Ledningen dimensioneres derpå ud fra belastningstilfælde A eller B. A er beregning ud fra krybebuckling på grund af grundvand, og B er beregning ud fra, at røret skal være selvbærende.

Indføring med vand og udhærdning med varmt vand.





Indføring med trykluft og udhærdning med damp.

I Norge er det normalt sådan, at bygherren angiver, hvilken SN-Klasse (ringstivhed) som han ønsker på det færdige produkt. Endvidere skal strømpeforingen være selv bærende og uden folder/udposninger ved deformation af den eks. ledning.

8.5 Installation

Installationsprocessen kan udføres ved at krænge strømpen i ved hjælp af vand/luft eller ved at trække den ind.

Krængning med vand

Krængning med vand er den ældste metode. Krængningen sker, i dimensioner op til $\varnothing 400$ mm ved, at strømpen krænges over et vrængehoved placeret ved rørets start i brønden. Vrængehovedet er monteret på en nedføring, som virker som vandsøjle for at få strømpen krænget ind i den eksisterende ledning.

Ved større dimensioner krænges strømpen fra toppen af nedføringen. (Se figur på side 5). For at styre og sikre at strømpen krænges korrekt ind, er der i enden af strømpen monteret et trækto. I strømpelaminatet er der indlagt træktråde, som sikre at strømpen ikke giver sig i længderetningen under installationen. Der er ingen dimensionsbegrænsninger ved indkrængning med vand.

Krængning med luft

Krængning med luft sker forskelligt alt efter udhærdningssystem. Ved udhærdning med damp sker krængning ligeledes over et vrængehoved, og strømpen "skydes" ved hjælp af trykluft ind i den eksisterende ledning. Der er desuden monteret trækto. Når strømpen er på plads, tages trykket af, og der monteres overgang til indblæsning af damp for udhærdning.

Ved udhærdning med UV-lys, foretages installationen fra en lastbil. Lastbilen, hvori strømpen befinder sig, placeres over startbrønden. Strømpen er monteret på en "indføring", som sænkes ned i brønden. Hvis lastbilen ikke kan placeres over brønden anvendes et transportabel installationsanlæg. Indkrængningen sker med trykluft og trækto, hvor lufttryk og indkrængningshastighed kontrolleres. Når strømpen er på plads, bibeholdes trykket, og lystog med UV lamper monteres.

Krængning af strømpen med vand, og tildels luft sikrer, at eventuelt vand i lunker presses ud, og at strømpen ikke ødelægger den eksisterende ledning under installationen.

Itrækning

Itrækning af strømpen (liner) sker på en glidefolie. Baggrunden for at anvende en glidefolie er, dels at strømpen ikke må tage skade ved trækning hen over revner/brud, korrosioner mv. dels for at nedsætte friktionen. Der er risiko for, at man river løstsiddende rørstykker fri ved itrækning af glidefolie og strømpen.

Itrækning har begrænsninger med hensyn til max. dimension og længde. Laminatopbygningen sikrer, at strømpen ikke trækkes over i forbindelse med itrækningen.

Hærdning med vand

Vand, som opvarmes, er den ældste metode, som anvendes til hærdning af strømpen.

Processen i forbindelse med gennemhærdning af strømpen kan dokumenteres, og løbende registreringer af temperaturforløbet sikrer korrekt gennemhærdning af laminatet. Ligeledes er det muligt at styre afkølingen, således at spændingerne i laminatet minimeres.

Ved anvendelse af vand kan der strømpeføres store dimensioner og lange længder.

Ulemperne er, at processen tager forholdsvis lang tid, og at vandet, der bliver anvendt under udhærdningen, går til spilde. Ligeledes skal man være opmærksom på recipienten, der modtager store vandmængder fra hærdeprocessen.

Hærdning med damp

Damp har været anvendt siden først i 90'erne. Fordelen ved systemet først og fremmest er en hurtigt hærdning. Ulemperne er følgende:

- At det kan være svært at styre tilførelsen af damp, hvilket kan medføre, at laminatet "ko-ger"

- Afkølingen sker brat, hvilket øger spændingerne i laminatet
- En kontrol af gennemhærdning af laminatet kan være svær, ligesom det kan være problematisk at få gennemhærdet laminatet, hvor der er lunger eller indsigning af grundvand
- Ved strømpeføring af ledninger med begrænset eller ringe fald samt lunger skal man være opmærksom på, at "søer" af kondensat kan forårsage manglende udhærdning

Hærdning med UV-lys

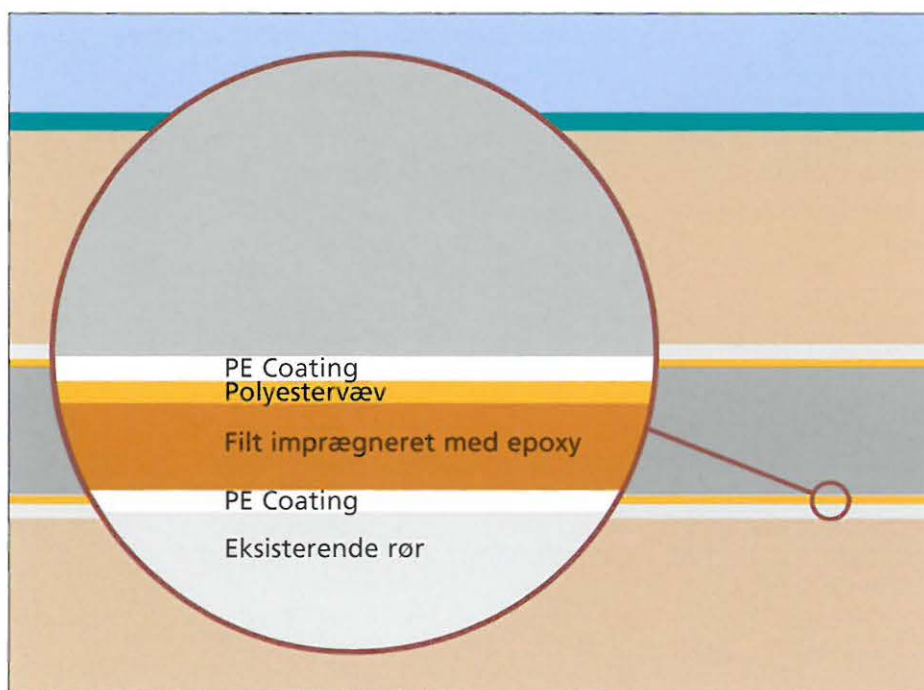
Hærdning med UV-lys har været anvendt siden først i 80'erne. Udhærdning med UV-lys sker hurtigt og er enkel at kontrollere. Kontrol af hærdeprocessen dokumenteres løbende ved registrering af lufttryk, laminattemperatur, UV-lampenes effekt/lysintensitet og hærdehastighed.

Ved UV-hærdning sker afkølingen løbende, efterhånden som lystoget har passeret. Dette nedsætter spændingsniveauet i strømpen.

Typiske fejl i forbindelse med strømpeføring

Det går stort set aldrig galt, men følgende fejl og afvigelser kan i sjældne tilfælde optræde:

- Langsgående folder optræder typisk, når strømpen er for stor i forhold til det rør, der skal renoveres. Årsagen er ofte, at der er



Forstørrelse af rørets opbygning i en strømperenovering.

installeret et "trompetrør i den eksisterende ledning", som reducere ledningstværsnittet. Dette trompetrør registreres ofte ikke af TV-operatøren:

- Bløde/uhærdede områder optræder typisk, hvis harpiksen udvaskes af stor indsvivning, eller hvis der er stor køling på ydersiden af det eksisterende rør. Årsagen kan også være, at der er huller i yderfolie. De bløde/uhærdede områder viser sig ved buckling
- Cirkulære brud ses af og til ved strømpeforing af ledningsstræk uden fejl. Bruddene opstår på baggrund af, at strømpeforingen ikke får vedhæftning i åbne samlinger, retningsbrud, revner/brud m.v., og skyldes udelukkende materialekrympning under og efter udhærdningen
- At laminatet koger - kvælder op skyldes, at der for tidligt er tilført damp ved for høj temperatur

8.6 Afsluttende arbejder

Efter selve installationen vil der som oftest skulle laves en del afsluttende arbejder som f.eks.:

- Tæthedsprøvning
- Beboerinformation, efter stikåbning har fundet sted
- Brøndafslutninger således at der sikres et fortsat glat gennemløb
- Stikåbninger, således at spildevandet fra forbrugerne igen kan afledes til hovedledningen
- TV-inspektion, som dokumentation for den færdige renovering

De afsluttende arbejder har til formål at sikre, at det arbejde, der ligger uden for den egentlige ledningsrenovering, udføres og dokumenteres til såvel entreprenørens egne kvalitetssystem som til bygherrens tilfredshed.

8.7 Kontrol og dokumentation

En efterkontrol er en sammenligning mellem det dokumenterede udførte arbejde og entreprenørens og eventuelle kontrolinstansers kvalitetskrav og beskrivelser. Efterkontrollen bør altid finde sted og har til formål at eftervise, at det udførte arbejde er i overensstemmelse med det aftalte.

Efter et afsluttet renoveringsprojekt modtager bygherren dokumentation fra entreprenøren i form af en kvalitetshåndbog, som viser i hvilken kvalitet projektet er udført. I den forbindelse er det vigtigt, at bygherren allerede i udvælgelsesfasen har sikret sig, at den forventede dokumentation kan udføres og afleveres efter renoveringsprojektet er afsluttet.

Kvalitetshåndbogen bør som minimum indeholde dokumentation for følgende:

- Deklaration på de anvendte produkter/installationsmetoder
- Hvorledes forarbejder og forundersøgelser udføres
- Materialehåndteringen
- At installationsmanualer er tilstede og i anvendelse
- Hvorledes efterarbejder og efterkontrol udføres og dokumenteres
- Hvorledes den afsluttende dokumentation ser ud
- Håndteringen af udførelsmæssige afvigelser i forhold til instruktionshåndbogen
- Reklamationsbehandlingen
- Anvendte materials indvirkning på miljøet

9.1 Indledning

Der er gennem årene anvendt en del kortrør til sliplining. Der er blevet anvendt både stive og fleksible rør i beton, ler, stål, GAP, PE og PVC. I perioden 1980 – 1990 fremkom der mange kortrørssystemer til sliplining, mange med meget detaljerede systemer omkring stikledninger og brønde. Her i starten af det nye årtusinde er der næsten ingen systemer med kortrør på det europæiske marked. Den væsentligste årsag her-til kan tilskrives problematikken omkring de mange samlinger samt besværlighederne i installationfasen.

I dag er polyethylen (PE) det mest anvendte rørmateriale til sliplining. Dette materiale er meget anerkendt indenfor drikkevands-, spildevands- og gasindustrien. Det er slidstærkt, fleksibelt og i høj grad resistent overfor ydre påvirkninger, som for eksempel aggressive jordbundsforhold og kemikalier.

Sammenfattende må siges, at sliplining i dag helt overvejende er en renoveringsmetode, hvor lange sammensvejste PE-rør trækkes ind i de ledningsstrækninger, der skal fornyes. Sliplining anvendes mest til trykrør.

Hvad forstås ved sliplining?

Sliplining er den mest enkle teknik til renovering af rørledninger. Metoden indebærer, at et nyt rør skubbes eller trækkes ind i det gamle rør. Konceptet med at bruge "hullet i jorden" til at installere et nyt rør i det eksisterende er gammel, og der findes rapporter om lerrør, der trækkes ind i gamle kloakledninger og underføringer for mange årtier siden.

Sliplining som renoveringsmetode kræver ikke investering i kostbart specialudstyr, ligesom der anvendes standardrør og komponenter ved arbejdets udførelse. Den væsentligste begrænsning for metodens anvendelse er den reduktion af rørdiameteren, som en sliplining indebærer. Det må derfor eftervises, at valg af sliplining som metode er foreneligt med de krav til kapacitet, som det aktuelle ledningsnet er underlagt.

En anden væsentlig egenskab ved PE-rør er, at de kan sammensvejses eller ekstruderes til meget lange længder, før de ved sliplining installeres i det eksisterende rør.

9.2 Anvendelsesområder

Som tidligere beskrevet anvendes sliplining til renovering af flere forskellige rørtyper. I det

følgende er der givet en skematisk oversigt over anvendelsesområder og evt. begrænsninger ved metoden.

Rørtyper	Egnet Bemærk
Kloakledninger	✓ (se note A)
Gasledninger	✓
Drikkevandsledninger	✓ (se note B)
Kemiske/procesledninger	✓ (se note C)
Lige rør	✓
Rør med bøjninger	(se note D)
Cirkulære rør	✓
Ikke cirkulære rør	(se note E)
Rør med skiftende tværsnit	(se note F)
Rør med stikledninger	(se note G)
Rør med deformationer	(se note H)
Trykrør	✓

- (A) Sliplining kan anvendes til renovering af kloakledninger, men er normalt ikke første valg ved gravitationsrør pga. den reducerede rørdiameter.
- (B) Godkendelse fra det relevante lovgivende organ er påkrævet for alle materialer, der kommer i kontakt med drikkevand.
- (C) Rørmaterialet skal være resistent med hensyn til kemikalier, temperatur mv.
- (D) Bøjninger kan normalt ikke udføres med metoden.
- (E) PE-rør kan anvendes til ikke-cirkulære rør (kloakledninger), men der skal fokuseres på de hydrauliske forhold, idet bundløbet i det nye rør bliver løftet.
- (F) Det nye rør skal tilpasses den mindste dimension på det eksisterende rør, medmindre der indarbejdes overgangsstykker.
- (G) For kloakker er det nødvendigt at udgrave til stik og frakoble dem før installation, især før injicering. Indvendig tilkobling kan være en mulighed, selvom det er en mere kompliceret proces end stram foring. For drikkevandsledninger er det altid nødvendigt at foretage opgravning til stik.
- (H) Ved større deformationer kan metoden ikke umiddelbart anvendes.

Miljøforhold på arbejdspladsen

Det er den enkelte entreprenørs opgave at overholde de gældende lovgivninger omkring arbejdspladsen. Især miljøet omkring renovering af spildevandsledninger har myndighedernes betydning. Af eksempler, som der skal tages hensyn til, kan nævnes:

- Arbejdspladsvurdering
- Sikkerhedsorganisationen
- Plan for sikkerhed og sundhed
- Sikkerhedsforanstaltninger
- Sikkerhedsudstyr
- Velfærdsforanstaltninger
- Personlig hygiejne
- Beredskabsplan

Omkring ovenstående punkter bør man være opmærksom på at såvel den nationale lovgivning som den stedlige myndighed har kompetencer inden for mange af de områder som omfatter miljøforhold på arbejdspladsen.

Miljøforhold omkring produktet

Via produktspecifikationer bør det sikres, at det valgte produkt er velegnet til den aktuelle renoveringsopgave. Der stilles for eksempel væsentlig skrapere krav til rør, som skal transportere drikkevand, end til rør, som skal transportere spildevand. I den forbindelse er det væsentligt at sikre sig, at der foreligger de nødvendige oplysninger og godkendelser omkring produktet, som krævet af myndighederne.

9.3 Forundersøgelser

For at få det bedst mulige resultat i forbindelse med brug af sliplining til renoveringsopgaver er det vigtigt, at der gennemføres en omhyggelig forundersøgelse, der som minimum bør indeholde følgende:

- Den eksisterende lednings tilstand, baseret på TV-inspektion
- Behov for rensning, baseret på TV-inspektion
- Placering af eventuelle ventiler (specielt ved renovering af trykledninger)
- Ledningsstrækningens længde og dybde
- Ledningsdimension, deformationer og forskydninger
- Grundvandsspejlets niveau
- Placering af stiktilslutninger
- Trafikbelastning
- Data på stiktilslutninger som dimensioner, døde stik, stik i brug og indragende stik
- Eventuelle brøndes tilstand registreres

9.4 Forberedende arbejder

Når de nødvendige forundersøgelser er afsluttet, og projektet skal udføres, er der nogle rutiner for, hvorledes forarbejdet bør udføres for at opnå en effektiv renoveringsudførelse, så som:

- Eventuelle planlagte overpumpninger inkl. tidsrum og antal berørte forbrugere
- Planlagte trafikreguleringer og tilhørende advisering
- Afpropning af ledninger (tidspunkter, tidsforbrug og antal stikledninger)
- Arbejdsgrubers størrelser og beliggenheder
- Undersøgelse af gennemgående dimension på det eksisterende rør – mindste diameter afgør PE-rørets diameter. For vandledninger er rørdimensionen fastlagt på forhånd. Her kan en afskrabning af indvendige belægninger komme på tale
- Kontrol af retningsændringer på det eksisterende rør

De nødvendige forberedende arbejder vil som oftest være afhængig af, hvilket medie røret skal transportere, og om det er en afløbs- eller trykledning. Det forberedende arbejde ved en afløbsledning vil f.eks. bestå af:

- Kontrol og evt. slibning af indragende stik, rørdele og forskudte samlinger på det eksisterende rør
- Kontrol og evt. slibning eller rodskæring af punktvis faste aflejringer
- Eventuel højtryksspuling/rodskæring
- Afpropning af døde stik
- Genopretning af den eksisterende ledning eller dele deraf ved kraftig deformation

Dimensionering og svejsning

Projektering af slipliningsopgaver foretages efter gældende dimensioneringsprincipper. Under referencer er nævnt litteratur om emnet, hvor især skal henvises til:

”Renovering af afløbsledninger – retningslinier for valg, dimensionering og udførelse” (se referencer) og ”Renovering af vandledninger – retningslinier for valg, dimensionering og udførelse” (se referencer).

Begge er udgivet af Teknologisk Institut, Rørcenteret.

Sliplining med PE-rør anvendes hovedsageligt til renovering af trykledninger og især hvor det indvendige tryk er dimensionsgivende for valg af rørets tryktrin. PE-røret bør derfor de-

signes i henhold til de samme principper som for nye rør. Tyndvæggede PE rør kan af og til anvendes, forudsat det sikres, at det eksisterende rør kan yde tilpas støtte, samt at fuldstændig injicering af hulrummet kan opnås, således at der ikke er nogen del af det nye rør, der ikke understøttes. Dette er ofte svært at kontrollere, hvorfor tyndvæggede linere ikke foretrækkes til sliplining af trykrør metoden.

For gravitationsledninger kan den ydre belastning være dimensionsgivende. I denne situation kan der vælges et PE-rør med stor vægtykkelse. Her vil man undertiden vælge at injicere, men blot for at fastholde PE-røret i den planlagte position. Her stilles ikke så store krav til injiceringens styrke.

En anden mulighed er at udføre projektet med en hulrumsinjicering med mørtel, der indgår som et egentligt konstruktivt element i det samlede ledningskonstruktion. Det skal her præciseres, at en total injicering er nødvendig. Samtidig skal det påpeges, at kontrol af en sådan er besværlig. I alle tilfælde skal PE-røret designes således, at det kan modstå ikke blot de interne og eksterne kræfter i driftssituationen, men også belastningen under installationen – især trækkræfter og injiceringstryk.

Generelt skal PE-røret ved sliplining, ud over interne og eksterne belastninger i driftssituationen også dimensioneres under hensyntagen til den nødvendige trækraft samt den maksimalt tilladelige krumning af røret i installationsfasen.

Endelig er det nødvendigt at projekttere fastspænding eller forankring af den færdige sliplining. Ændringer i PE-materialets temperatur eller ændringer af trykket i den færdige ledning kan indebære store længdeudvidelser eller sammentrækninger af PE-ledningen. Den nævnte forankring skal sikre, at tilslutningerne mellem PE-ledningen og det tilgrænsende ledningsnet ikke beskadiges eller bliver utæt ved de nævnte ændringer af PE-ledningens længde.

9.5 Installation

Sliplining med PE-rør

Ved sliplining med PE-rør trækkes eller skubbes PE røret ind i den eksisterende ledning mellem en indførings- eller startgrube og en modtagegrube.

Sammensvejsningen af PE-rørene finder sted enten over jorden eller nede i indføringsgruben.

På grund af begrænsninger med hensyn til maksimalt tilladelig krumningsradius for PE-rør, kan sammensvejsning over jorden kræve lange udgravninger, specielt for rør, der ligger dybt eller har en stor diameter.

Sammensvejsning foretaget nede i udgravningen muliggør kortere udgravning, men installation kan kun foretages i takt med den tid, det tager at svejse og derefter afkøle samlingerne. Netop afkølingsfasen er meget vigtigt for det færdige rørs levetid, idet en for kort køletid umiddelbart svækker rørets styrke specielt i installationsfasen, men også langtidsværdierne bliver berørte.

Arbejdsplads, hvor der udføres sliplining.





Klar til at itrække en PE-slipliner med en diameter på 500 mm.

Ved svejsearbejdet opstår såvel udvendige som indvendige svejsevulster. Ved afløbsledninger vil man ofte overveje at fjerne såvel de udvendige som de indvendige vulster før itrækningen. Ved vandledninger vil de indvendige vulster normalt ikke blive fjernet, hvorved man undgår den forureningsrisiko, som anvendelse af værktøjet til fjernelse af vulster kan indebærer.

Sammensvejsning af PE-rør

Som beskrevet ovenfor kan PE-rør enten trækkes i eller skubbes i. Ved itrækning er træk hovedet en meget vigtig komponent. Det griber fat om det nye rør og overfører kraften fra træk kablet.

Trækhovedet bør give en sikker forbindelse uden at påføre en høj grad af lokalt stress. I nogle tilfælde lukkes enden af røret for at forhindre jord eller overskydende materiale i at komme ind, hvilket specielt er en fordel ved drikkevandsledninger.

For at undgå overbelastning af PE-røret kan et samlestykke installeres mellem kabeltrækket og trækhovedet. Dette samlestykke kan indstilles til brud ved et niveau, der ligger under det tilladelige træk for PE-røret. Selvom det ikke er ønskeligt, er et brud på et samlestykke normalt at foretrække fremfor rørskader og efterfølgende fejl. Tilstedeværelsen af samlestykket gør også operatørerne opmærksomme på, at de skal undgå overdreven trækraft.

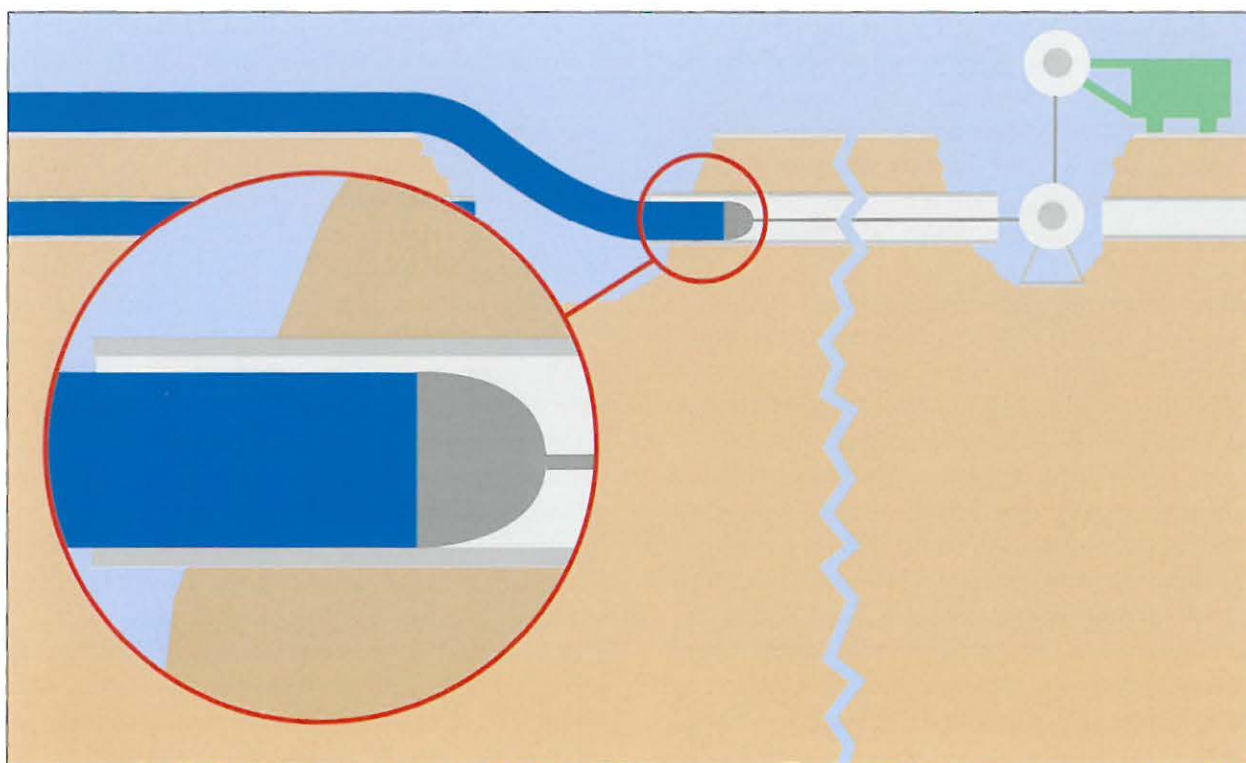
PE-rør i små dimensioner trækkes ofte ind ved hjælp af rør lavet af trådnet, der er knyttet i diamantformet mønster. Dette røret er fæstnet til trækkablet og trækkes ind over enden af PE-røret. Ved itrækningen strammes rørnettet og griber om PE-røret, som derefter kan trækkes på plads i den eksisterende ledning.

PE-rør i små dimensioner kan ved beskedne længder itrækkes manuelt, men de fleste kræver et kabeltræk. Kabeltrækket skal udøve et roligt, fremadgående træk uden ujævnheder eller ukontrollerede variationer i styrke. Nøje omtanke bør være forbundet med placering af kabeltrækket og styring af kablet, og ofte vil det være nødvendigt at installere ekstra flasketræk i brønden eller modtagegruben, for at sikre at kablets bane er uden forhindringer og ikke skraber mod nogen del af kammeret.

Der findes talrige slags maskiner til installering af rør, enten ved manuel eller hydraulisk kraft. Nogle typer er designet til at operere fra indføringsgruben, mens andre er placeret over jorden lige bag indføringsgruben. Maskinen griber det nye PE rør og skubber den fremad ind i det eksisterende rør. Gribemekanismen udløses derefter og vender tilbage til udgangspunktet, hvorefter processen gentages.

Tilslutning af stikledninger og grenrør

Tilslutning af stikledninger og grenrør i forbindelse med sliplining af gravitationsledninger til afløb nødvendiggør sædvanligvis opgravning.



Trækning af PE rør med kabeltræk.

Der kan eventuelt skæres en åbning i PE-røret inden en eventuel injicering, således at en oppustelig pose kan indsættes i stikledningen som forsegling. Derved forhindres mørtel i at trænge ind i stik/grenrør. Komplexiteten i denne operation berettiges imidlertid kun, hvis ekstern adgang er meget vanskelig eller umulig, og proceduren kan kun anvendes i store rør.

Udgravning skal finde sted, og stikket skal kobles fra, før injicering udføres. Tilpasning af stikledninger til PE-foringer foretages på samme måde som ved nye installationer. Specielle koblinger skal anvendes til at tilkoble den nye forbindelse til den eksisterende forgrening.

Ved tilslutning af stik og ved forbindelser i øvrigt til det eksisterende ledningsnet skal der for vand altid foretages opgravning.

Injicering

Foringssystemer, hvor ledningen optræder i kombination med den eksisterende ledning, samt systemer hvori det nye rør kun optræder som en permanent form for hulrumsinjicering, kræver konstruktionsmæssig injiceringsmørtel med en trykstyrke på mellem 10 og 20 kPa.

Foringer, der holdes fast af det eksisterende rør, men ikke behøver at fæstne sig til det,

kræver kun et fyldstof, som kan overføre belastningen mellem de to elementer. Nogle af de injiceringsmørtler, der anvendes til dette formål, har en styrke svarende til stift ler – omkring 1 kPa.

Injiceringsmørtel lavet af almindelig Portland cement og pulveriseret flyveaske (OPC/PFA) er almindeligt anvendt, skønt der findes et utal af specielle slags. En af dem er en meget lav viskositetsmørtel, som flyder gennem hulrummet under tyngde eller minimumstryk, men stivner i løbet af 20 minutter. En fordel ved sådanne mørtler er, at de gør det muligt at udføre etapeinjiceringer hurtigere end med traditionelle materialer.

De kræfter, en foring udsættes for under injicering er ofte større end under normal drift. Fejl, som opstår på grund af injiceringstryk og flotationskræfter, skal undgås. Flotationskræfter undervurderes ofte, specielt i større foringer, og man bør huske, at kræfterne relaterer til vægten af den mørtel, der forskubbes af foringer (dvs. foringens volumen ganget med mørtlens massefylde) snarere end vægten af mørtlen i hulrummet.

Det er almindelig praksis at fylde foringen med vand under injicering, da det hjælper med

til at modvirke flotationstyrken og modstå eksternt tryk. På trods af dette, og eftersom de fleste mørtler har en tyngde større end 1.0, kan det stadig blive nødvendigt at injicere i etaper. Dette gælder især for større gravitationsledninger, hvor hældningsgraden er kritisk, og flotation ikke ville kunne accepteres.

Renovering af gasledninger med sliplining

Der er udviklet adskillige teknikker, som muliggør indføring af en ny PE rørledning i en eksisterende hovedgasledning eller en stikledning uden at afbryde gastilførslen. Disse metoder beror generelt på, at gas kan flyde gennem hulrummet mellem den gamle og den nye rørledning under installationen og derved medføre en reduktion i rørborehullet. Dette kan være acceptabelt, hvis det drejer sig om gamle hovedledninger, som oprindeligt blev designet til gas med en lavere brændværdi eller distribueret ved tryk, der er lavere end dem, der er til rådighed i dag.

Det er udenfor rammerne af denne håndbog at beskrive de mange navnebeskyttede systemer til indføring. Af indlysende sikkerhedsmæssige årsager er der fastlagt strenge og detaljerede procedurer for installation, og det følgende er kun ment som en generel vejledning til grundprincipperne. Der findes systemer til hovedledninger med lavt og middel tryk.

Systemerne anvendes ikke i Skandinavien, men er fortsat i brug i England.

Første skridt er at isolere den del af hovedledningen, der skal renoveres, imens der sørges for, at den konstant forsynes med gas via en bypass-ledning i den ene eller i begge ender af den isolerede del. Den nye polyethylen ledning føres så ind gennem pakkåser fastgjort til den gamle ledning ved indføringsgruben. Den skubbes ved hjælp af tryklufte- eller hydraulikmaskiner gennem hele det ledningsstykke, der skal renoveres. De typiske indføringslængder er mellem 100 og 500 meter.

Der er mange variationer på teknikken, men i den enkleste version passerer det nye PE-rør gennem pakkåserne ind i udgangsgruben, og kan derefter forbindes enten med det eksisterende rør eller til et nyt rørsystem med et højere tryk. I alle variationer anvendes hulrummet mellem det gamle og nye rør til at opretholde forsyningen af gas til forbrugerne under installationen. For at lette overgangen i driften til det

nye PE-rør sprøjtes der polyuretanskum ind i hulrummet for at stoppe tilførslen af gas, hvilket gør det muligt at afbryde den gamle ledning og lave den nye forbindelse.

Gasledninger fra 75 mm til 450 mm i diameter kan fores ved hjælp af ovennævnte metode.

Til renovering af gasstikledninger findes der en teknik, som tillader den eksisterende gasmålerstilling at blive opretholdt ved indføring af et PE-rør gennem en 90° bøjning, omkring et T-stykke, eller gennem et antal bøjninger med lang runding. Efter at have fjernet måleren og hovedstopphanen, bliver en blæser tilkoblet stikledningen ved måleren. Der blæses luft gennem den gamle ledning for at fjerne evt. løs rust. Ledningsmodtager, bøjning og standrør kobles til, og der blæses hurtigt luft ind i røret for at sende en line igennem til den yderste ende. Denne bruges så til at trække kablet tilbage, og kabeltrækket fastgøres til toppen af modtageledningen. Et kort stykke PE-rør trækkes igennem for at fjerne yderligere rust eller belægninger. Hele rørlængden installeres ved hjælp af kablet kombineret med en skubbekraft, der påføres manuelt fra den modsatte ende. Der udføres en test efter en kort periode, hvor røret har mulighed for at komme sig efter strækningen. Teknikken kan tilpasses til fornyelse af vandforsyninger.

Der er udviklet en metode til indføring i gasstikledninger, hvor et nyt PE-rør skubbes ind i en gammel stikledning gennem et forseglingsystem, som er monteret på det gamle rør, enten inde i forbrugerens lokaler eller ved hjælp af en lille udgravning udenfor bygningen. Opgravning er ikke nødvendig ved stikforbindelsen til hovedgasledningen. Hulrummet mellem det gamle og nye rør fyldes med en permanent tætningsmasse, som forhindres i at komme ind i ledningssystemet med en slags spidskegle fastgjort til den forreste ende af PE-røret. Systemet kan anvendes til stålrør fra 20 til 50 mm i diameter, der fungerer ved tryk op til 50 millibar. Tilpasninger for at lette brugen af teknikken ved højere tryk og i vandledningsnet er under udvikling.

Spiralsnoede foringer

Der er udviklet metoder til at forme et rør eller en foring på stedet ved spiralsnoing af et PVC-bånd, som reducerer eller udelukker behovet for udgravning. For at forøge dets stiv-

hed, er båndet forstærket med "T-profiler" på den side, som bliver ydersiden. I nogle systemer låser båndets kanter sig sammen og danner en vandtæt forsegling, mens der i andre tilfælde anvendes en separat tætningsliste til at sammenføje spiralens snoninger. Foringen, der er bedst kendt som en "spiralsnoet" foring, formes af en hydraulisk drevet spolemaskine, der normalt placeres nede i en brønd eller lille udgravning. Foringsmaterialet føres gennem det eksisterende rør, efterhånden som der tilføjes flere snoninger på spiralen. Da hele foringen roterer under installationen, er den begrænsende faktor sædvanligvis friktionen og den vægt, som spolemaskinen er i stand til at dreje. Der kan anvendes flotation til at reducere belastningen.

En alternativ spiralsnoningsteknik anvender en spolemaskine, som bevæger sig gennem det eksisterende rør, mens den former foringen og hermed fjerner behovet for at rotere hele det nye rør. Ved at bruge et viklebur formet efter det eksisterende rør, kan ikke-cirkulære sektioner fores, inkl. ovale, ægformede og rektangulære sektioner. Ved større størrelser kan der indsættes stålforstærkning mellem ribberne for at forøge ledningens ringstivhed.

Efter installation af foringen, udføres hulrumsinjektion på samme måde som ved sliplining med andre rørmaterialer, og de ydre ribber virker som en mekanisk kile mellem foringen og injektionsmørtlen.

9.6 Afsluttende arbejder

Efter selve installationen vil der som oftest skulles laves en del efterarbejde som f.eks.:

- Tæthedsprøvning
- Beboerinformation efter stikåbning har fundet sted
- Brøndafslutninger – således at der sikres et fortsat glat gennemløb
- Stikåbninger – således at spildevandet fra forbrugerne igen kan afledes til hovedledningen
- TV-inspektion som dokumentation for den færdige renovering

Efterarbejdet har til formål at sikre, at det arbejde, der ligger uden for den egentlige ledningsrenovering, udføres og dokumenteres til såvel entreprenørens egne kvalitetssystem som til bygherrens tilfredshed.

9.7 Kontrol og dokumentation

En efterkontrol er en sammenligning mellem det dokumenterede udførte arbejde og entreprenørens og eventuelle kontrolinstansers kvalitetskrav og beskrivelser. Efterkontrollen bør altid finde sted og har til formål at eftervise, at det udførte arbejde er i overensstemmelse med det aftalte.

Efter et afsluttet renoveringsprojekt modtager bygherren dokumentation fra entreprenøren i form af en kvalitetshåndbog, som viser, i hvilken kvalitet projektet er udført. I den forbindelse er det vigtigt, at bygherren allerede i udvælgelsesfasen har sikret sig, at den forventede dokumentation kan udføres og afleveres, efter renoveringsprojektet er afsluttet.

Kvalitetshåndbogen bør som minimum indeholde dokumentation for følgende:

- Deklaration på de anvendte produkter/installationsmetoder
- Hvorledes forarbejder og forundersøgelser udføres
- Materialehåndteringen
- At installationsmanualer er tilstede og i anvendelse
- Hvorledes efterarbejder og efterkontrol udføres og dokumenteres
- Hvorledes den afsluttende dokumentation ser ud
- Håndteringen af udførelsesmæssige afvigelser i forhold til instruktionshåndbogen
- Reklamationsbehandlingen

10.1 Indledning

Gennem de sidste 3 årtier har NO-DIG renoveringsmetoden close-fit foring været en meget brugt renoveringsmetode i Skandinavien.

Teknikken har vist sine fordele og været brugt inden for spildevand, drikkevand, distribution af gas og sidst men ikke mindst også til procesledningssystemer. I Skandinavien er der renoveret ledninger helt op til 1200 mm i diameter med close-fit metoden.

close-fit foringer er efter en længere periode uden nye produkter på markedet, tilsyneladende ved at udvikle sig til et interessant NO-DIG alternativ, da der i de seneste år er kommet flere nye systemer på markedet.

Hvad forstås ved close-fit foring?

Internationalt benævnes metoden close-fit foring, mens det i Skandinavien også ofte mødes under begrebet stram foring.

En close-fit foring i Skandinavien vil som oftest blive udført på en af følgende 2 måder:

Et plastrør sammenfoldes under produktionsprocessen på fabrikken og vikles derefter op på store spoler. Efter leveringen på den plads, hvor renoveringen skal finde sted, opvarmes røret, til det bliver så fleksibelt, at det trækkes gennem det renoveringsmodne gamle rør efter "brønd til brønd princippet". Herefter trykkes røret (ved hjælp af varme og tryk) ud mod den gamle rørvæg, og et tætsluttende nyt rørsystem opnås. Stiktilslutninger åbnes ved hjælp af robotteknik/cutter eller ved traditionel opgravning ved stiktilslutningerne.

Swagelining er en anden kendt close-fit foring, som udføres ved hjælp af lange sammensvejste PE-rør. Der skal graves op ved start og slutpunkterne, hvorefter PE-røret umiddelbart før itrækningen får reduceret sin diameter ved f.eks. en mekanisk påvirkning. Efter itrækningen vil PE-røret igen udvide sig til sin oprindelige diameter og derved slutte tæt til det gamle rør.

10.2 Anvendelsesområder

For det enkelte projekt er det vigtigt at finde den rigtige renoveringsmetode. Fra gang til gang skal der vurderes f.eks. pladsforhold, det flydende medies kemiske sammensætning, tryk i ledningen, temperatur i ledningen samt antal stiktilslutninger og antal brønde.

Som tidligere beskrevet anvendes close-fit foringer til renovering af flere forskellige rørtyper. I det følgende er der givet en skematisk oversigt over anvendelsesområder og evt. begrænsninger ved metoden.

Rørtyper	Egnet Bemærk
Kloakledninger	(se note A)
Gasledninger	✓
Drikkevandsledninger	✓ (se note B)
Kemiske/procesledninger	✓ (se note C)
Lige rør	✓
Rør med bøjninger	(se note D)
Cirkulære rør	✓
Ikke cirkulære rør	(se note E)
Rør med skiftende tværsnit	(se note F)
Rør med stikledninger	(se note G)
Rør med deformationer	(se note H)
Trykrør	✓

- (A) Close-fit foringer kan anvendes til renovering af kloakledninger fra brønd til brønd, men er normalt ikke første valg ved gravitationsrør pga. den reducerede rørdiameter.
- (B) Godkendelse fra det relevante lovgivende organ er påkrævet for alle materialer, der kommer i kontakt med drikkevand. Ved renovering af drikkevandsledninger anvendes såvel sammenfoldede plastrør som sammensvejsede PE-rør (swagelining metoden). Ved begge metoder kræves det, at der laves arbejdsgruber ved såvel start som slutpunkt på den aktuelle renoveringsstrækning. Ligeledes kræves det at ventiler, stiktilslutninger og større retningsændringer frigraves, inden den egentlige renovering påbegyndes.
- (C) Her må hvert enkelt projekt vurderes for at finde den rigtige renoveringsmetode. Fra gang til gang skal der vurderes f.eks. pladsforhold, det flydende medies kemiske sammensætning, tryk i ledningen, temperatur i ledningen, antal stiktilslutninger samt antal brønde.
- (D) Bøjninger kan normalt ikke udføres med metoden.
- (E) PE-rør kan anvendes til ikke-cirkulære rør (kloakledninger), men der skal fokuseres på de hydrauliske forhold, idet bundløbet i det nye rør bliver løftet.

- (F) Foringen skal tilpasses den mindste dimension på det eksisterende rør, medmindre der indarbejdes overgangsstykker.
- (G) For kloakker er det ikke nødvendigt at udgrave til stik, idet indvendig åbning med cutter er mulig. For drikkevandsledninger er det altid nødvendigt at foretage opgravning til stik.
- (H) Ved større deformationer kan metoden ikke umiddelbart anvendes.

Miljøforhold på arbejdspladsen

Det er den enkelte entreprenørs opgave at overholde de gældende lovgivninger omkring arbejdspladsen. Især miljøet omkring renovering af spildevandsledninger har myndighedernes bevågenhed. Af eksempler, som der skal tages hensyn til, kan nævnes:

- Arbejdspladsvurdering
- Sikkerhedsorganisationen
- Plan for sikkerhed og sundhed
- Sikkerhedsforanstaltninger
- Sikkerhedsudstyr
- Velfærdsforanstaltninger
- Personlig hygiejne
- Beredskabsplan

Omkring ovenstående punkter bør man være opmærksom på, at såvel den nationale lovgivning som den stedlige myndighed har kompetencer inden for mange af de områder, som omfatter miljøforhold på arbejdspladsen.

Sortering af PE-rør sikrer mulighed for genanvendelse.



Miljøforhold omkring produktet

Via produktspecifikationer bør det sikres, at det valgte produkt er velegnet til den aktuelle renoveringsopgave. Der stilles for eksempel væsentlig skrappe krav til rør, som skal transportere drikkevand, end til rør, som skal transportere spildevand. I den forbindelse er det væsentligt at sikre sig, at der foreligger de nødvendige oplysninger og godkendelser omkring produktet, som krævet af myndighederne.

Eventuelle overskydende rørstykker skal skaffes af vejen på betryggende vis. Oplysninger om, hvordan de anvendte/beskrevne materialer kan bortskaffes eller genanvendes, kan rekvireres hos entreprenøren eller producenten. De kendte produkter (PE, PVC og modificeret PVC), som i dag anvendes til close-fit foringer, vil kunne leveres tilbage til godkendte indsamlingsordninger eller til producenten med genanvendelse som formål.

10.3 Forundersøgelse

For at få det bedst mulige resultat i forbindelse med brug af close-fit foring til renoveringsopgaver er det vigtigt at gennemføre en omhyggelig forundersøgelse, der som minimum bør indeholde følgende:

- Den eksisterende lednings tilstand, baseret på TV-inspektion
- Behov for rensning, baseret på TV-inspektion
- Placering af eventuelle ventiler (specielt ved swagelining af trykledninger)
- Ledningsstrækningens længde og dybde
- Ledningsdimension, deformationer og forskydninger
- Grundvandsspejlets niveau
- Placering af stiktilslutninger
- Trafikbelastning
- Data på stiktilslutninger som dimensioner, døde stik, stik i brug og indragende stik
- Eventuelle brøndes tilstand registreres
- Beliggenhed og størrelse af eventuelle arbejdsgruber

10.4 Forberedende arbejde

Når de nødvendige forundersøgelser er afsluttet, og projektet skal udføres, er der nogle rutiner for, hvorledes forarbejdet bør udføres for at opnå en effektiv renoveringsudførelse, såsom:

- Eventuelle planlagte overpumpninger inkl. tidsrum og antal berørte forbrugere

- Planlagte trafikreguleringer og tilhørende advisering
- Afpropning af ledninger (tidspunkter, tidsforbrug og antal stikledninger)
- Eventuelle arbejdsgrubers størrelser og beliggenheder
- Kontrol af retningsændringer på det eksisterende rør

De nødvendige forberedende arbejder vil som oftest være afhængige af, hvilket medie røret skal transportere, og om det er en afløbs- eller trykledning. Det forberedende arbejde ved en afløbsledning vil f.eks. bestå af:

- Kontrol og evt. slibning af inddragende stik, rørdeler og forskudte samlinger på det eksisterende rør
- Kontrol og evt. slibning eller rodskæring af punktvis faste aflejringer
- Eventuel højtrykspuling/rodskæring
- Afpropning af døde stik
- Genopretning af den eksisterende ledning eller dele deraf ved kraftig deformation
- Tætning for indsvivende grundvand (midlertidig foranstaltning for at kunne renovere)
- Generel slibning/rensning af hele røret ved indvendig korrosioner

Dimensionering og svejsning

Projektering af close-fit foringer foretages efter gældende dimensioneringsprincipper:

"Renovering af afløbsledninger – retningslinier for valg, dimensionering og udførelse" (se referencer) og "Renovering af vandledninger – retningslinier for valg, dimensionering og udførelse" (se referencer).

Begge er udgivet af Teknologisk Institut, Rørcenteret.

10.5 Installation

Hjertet i hele renoveringsprocessen i en close-fit foring er naturligvis selve installationen.

Derfor er det vigtigt for både bygherren og entreprenøren at sikre sig, at såvel det fysiske produkt som det udførte arbejde bliver lavet under kontrollerede forhold, som bagefter kan dokumenteres skriftligt.

Da swagelining som oftest bruges ved drikkevands – og gasforsyninger, vil det også være nødvendig inden selve installationen at frilægge ventiler, stiktilslutninger og større retningsændringer. Et sammenfoldet plastrør til drikkevand skal installeres under næsten samme forhold som ved swagelining, mens et sammenfoldet plastrør til spildevand oftest vil kunne installeres efter "brønd til brønd" princippet.

Efterfølgende er et installationsforløb (ved brug af damp) med et foldet plastrør beskrevet. Det forudsættes, at den tidligere beskrevne forundersøgelse og det forberedende arbejde har fundet sted.

Eksempel på en close-fit foring med efterfølgende stikledningsinstallation.





PE rør sammensvejses inden itrækningen.

Itrækning af foringsrøret

Den opspolede close-fit foring placeres efter opvarmningen ved den brønd, hvor itrækningen skal starte. Forinden er en trækwire trukket igennem den renoveringsmodne strækning. Det skal sikres, at foringsrøret har den rette temperatur, så den maksimale fleksibilitet opnås ved itrækningen. Efter montering af et trækhoved og en wire skal det endvidere sikres, at foringsrøret ikke udsættes for en for stor bøjningsradius under itrækningen, samt at det er beskyttet mod at få skader fra brøndvægge og ind/udløb i brønden. Under itrækningen skal det sikres, at trækraften ikke overstiger den tilladte trækraft for det installerede produkt.

Opvarmning af foringsrøret

Dampsko monteres nede i brøndene på foringens rørende. En dampsko er den slutmuffe på foringen, hvor igennem den tilføres f.eks. damp for at kunne gennemvarmes.

Herefter opvarmes foringsrøret til en af producenten opgivet temperatur. Temperaturen afhænger af produktet, dets dimension og den omkringværende temperatur. Når den angivne temperatur er opnået, sættes røret under et af

producenten opgivet tryk, som kan variere fra 0.6 – 3.0 bar afhængig af det enkelte produkts materialesammensætning. Når foringsrøret kommer under tryk vil det udvide sig, således at det slutter tæt til det gamle rør. Herefter skal foringen afkøles under tryk (kan f.eks. ske ved hjælp af trykluft fra en kompressor), således at det sikres, at den forbliver tætsluttende med det gamle rør. Efter endt afkøling kan dampskoene afmonteres, hvorefter det nødvendige efterarbejde kan udføres.

10.6 Afsluttende arbejder

Efter selve installationen vil der som oftest skulle laves en del afsluttende arbejder som f.eks.:

- Tæthedsprøvning
- Beboerinformation efter stikåbning har fundet sted
- Brøndafslutninger, således at der sikres et fortsat glat gennemløb
- Stikåbninger, således at spildevandet fra forbrugerne igen kan afledes til hovedledningen
- TV-inspektion, som dokumentation for den færdige renovering

De afsluttende arbejder har til formål at sikre, at det arbejde, der ligger uden for den egentlige ledningsrenovering, udføres og dokumenteres til såvel entreprenørens eget kvalitetssystem som til bygherrens tilfredshed.

10.7 Kontrol og dokumentation

En efterkontrol er en sammenligning mellem det dokumenterede udførte arbejde og entreprenørens og eventuelle kontrolinstansers kvalitetskrav og beskrivelser. Efterkontrollen bør altid finde sted og har til formål at eftervise, at det udførte arbejde er i overensstemmelse med det aftalte.

Efter et afsluttet renoveringsprojekt modtager bygherren dokumentation fra entreprenøren i form af en kvalitetshåndbog, som viser, i hvilken kvalitet projektet er udført. I den forbindelse er det vigtigt, at bygherren allerede i udvælgelsesfasen har sikret sig, at den forventede dokumentation kan udføres og afleveres efter renoveringsprojektet er afsluttet.

Kvalitetshåndbogen bør som minimum indeholde dokumentation for følgende:

- Deklaration på de anvendte produkter/installationsmetoder
- Hvorledes forarbejder og forundersøgelser udføres
- Materialehåndteringen
- At installationsmanualer er tilstede og i anvendelse
- Hvorledes efterarbejder og efterkontrol udføres og dokumenteres
- Hvorledes den afsluttende dokumentation ser ud
- Håndteringen af udførselsmæssige afvigelser i forhold til instruktionshåndbogen
- Reklamationsbehandlingen
- Anvendte materials indvirkning på miljøet

11.1 Indledning

Renovering af kloakledninger med opgravningsfri metoder har siden begyndelsen af 80'erne været i eksplosiv udvikling i den vestlige verden – både hvad omfang og metoder angår.

Langt den største del af ledningsnettet er i mindre dimensioner. Af den grund er det også dette område, der har haft størst fokus i den kommercielle og teknologiske udvikling. Her er det primært strømpeforing, der har den største udbredelse.

Når ”store ledninger” her bruges som begreb, er det ikke som en definition, men snarere som et almindeligt begreb. Teknologien, der beskrives i dette afsnit, er relevant for ledninger >ca. 1200 mm.

Disse ledninger udgør en mindre del af det samlede ledningsnet og findes i øvrigt kun i de større byer eller som transportledninger mellem de enkelte byer. Skaderne i disse ledninger er stort set de samme som i små ledninger: Ofte ses revner og brud eller tæring i betonen eller i fuger mellem murstenene som følge af aggressivt spildevand. Mange af ledningerne er gamle og har nu nået en alder, hvor renovering er nødvendig for at undgå fremtidige kollaps.

Ledningerne ligger ofte i betragtelige dybder og i de indre dele af byerne, hvorfor renovering ved opgravning kan være en uoverskuelig opgave af tidsmæssige og økonomiske grunde samt på grund af den massive påvirkning, det vil have på bybilledet for beboere, forretninger og trafik.

Hvad forstås ved Paneler?

Indenfor området findes mange systemer. Dette afsnit beskæftiger sig kun med glasfiberrør fremstillet som hele rør eller som segmenter (paneler). Glasfiberrør findes i adskillige varianter og fabrikater. Nogle findes kun som cirkulære rør, andre endvidere som ægformede. Ganske få systemer kan fremstille stort set alle forekommende profiler.

11.2 Anvendelsesområde

For det enkelte projekt er det vigtigt at finde den rigtige renoveringsmetode. Fra gang til gang skal der vurderes f.eks. pladsforhold, den flydende medies kemiske sammensætning, tryk i ledningen, temperatur i ledningen samt antal stiktilslutninger og antal brønde mv.

I det følgende er der givet en skematisk oversigt over anvendelsesområder og evt. begrænsninger ved metoden.

Rørtyper	Egnet Bemærk
Kloakledninger	✓ (se note A)
Gasledninger	-
Drikkevandsledninger	-
Kemiske/procesledninger	✓ (se note B)
Lige rør	✓
Rør med bøjninger	✓
Cirkulære rør	✓
Ikke cirkulære rør	✓
Rør med skiftende tværsnit	✓
Rør med stikledninger	✓
Rør med deformationer	✓
Trykrør	-

(A) Kan anvendes til renovering af kloakledninger større end ø 1200 mm fra brønd til brønd

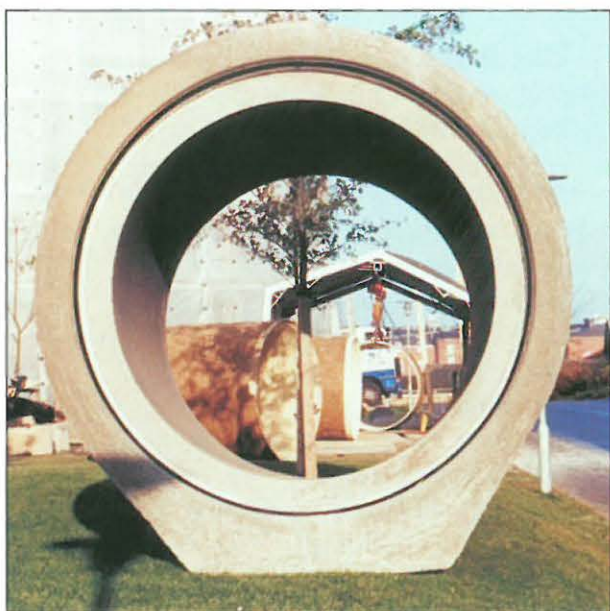
(B) Her må hvert enkelt projekt vurderes for at finde den rigtige renoveringsmetode. Fra gang til gang skal der vurderes f.eks. pladsforhold, det flydende medies kemiske sammensætning, tryk i ledningen, temperatur i ledningen, antal stiktilslutninger samt antal brønde

Profiler og materialer

Der findes verden over mange forskellige profiler og standarder. De fleste store ledninger er bygget in situ, og materialerne kan være beton eller mursten. I mange lande var muring af ledninger og bygværker et selvstændigt håndværk, og der ses en forbløffende flot kvalitet af såvel håndværk som materialer i ledninger, der er 75 – 100 år gamle.

Hyppige profiler er cirkulære eller ægformede, men også firkantede ledninger evt. med hvælvet top eller såkaldte øjestensprofiler ses.

Da disse ledninger ofte er in situ støbte eller murede, skal renoveringssystemerne kunne klare variationer i dimensionerne.



Eksempler på store profiler.

Glasfiberpaneler

Foring af en eksisterende ledning med præfabrikerede glasfiberrør vil oftest blive udført af et mandskab, der opholder sig i ledningen og som anbringer hvert enkelt rør manuelt. I nogle tilfælde vil en kortrørssliplining udført fra brønde/gruber dog være mulig.

Da rørene skal kunne passere ned i ledningen gennem de eksisterende brønde/bygværker eller via startgruber af begrænset størrelse, i kombination med at de til dels skal håndteres med håndkraft, vælges en relativt lille rørlængde. Typisk længder mellem 1,0 og 2,0 meter.

De fleste rørtyper er maskinelt fremstillede som centrifugalstøbte eller spundne rør. Disse findes udelukkende som hele rør. Enkelte fremstilles som håndoplæg på en form, og her er der mulighed for at lave rørene i segmenter.

Rørene har mufte/spidsendesamlinger med gummiringstætning, eller der anvendes fuge-

masser af polyurethan eller epoxy. Rør, der bygges af segmenter, har en specielt udviklet langsgående samling, som samles med epoxy.

Hvorvidt renoveringen skal udføres med hele rør eller af segmenter kan bero på flere faktorer såsom:

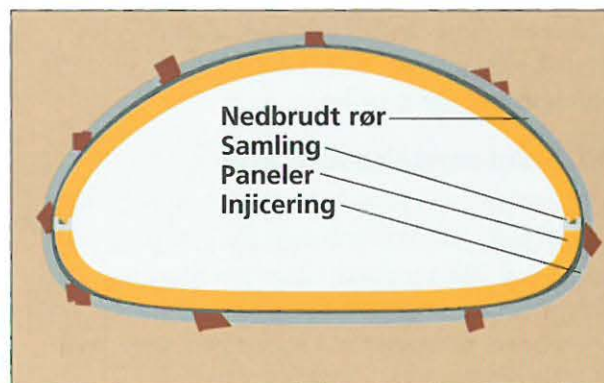
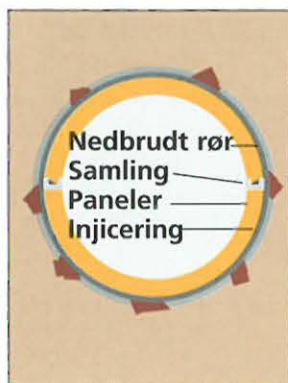
- Adgangsforholdene til ledningen kan være begrænset til eksisterende brønde, hvor kun segmenter af det hele rør kan passere ned. Segmenterne samles da, når de sættes på plads i ledningen
- Transport fra fabrik til installationssted kan være kostbar eller vanskelig, når der er tale om meget store profiler. Disse deles derfor op i segmenter. På installationsstedet kan de enten samles i ledningen eller på overfladen, hvis adgangsforholdene ned til ledningen tillader det
- Hvis den samlede størrelse og vægt af hele rør gør dem uhåndterlige, kan segmenter vælges
- Retningsændringer eller andre forhindringer i ledningen kan ligeledes nødvendiggøre installation af segmenter

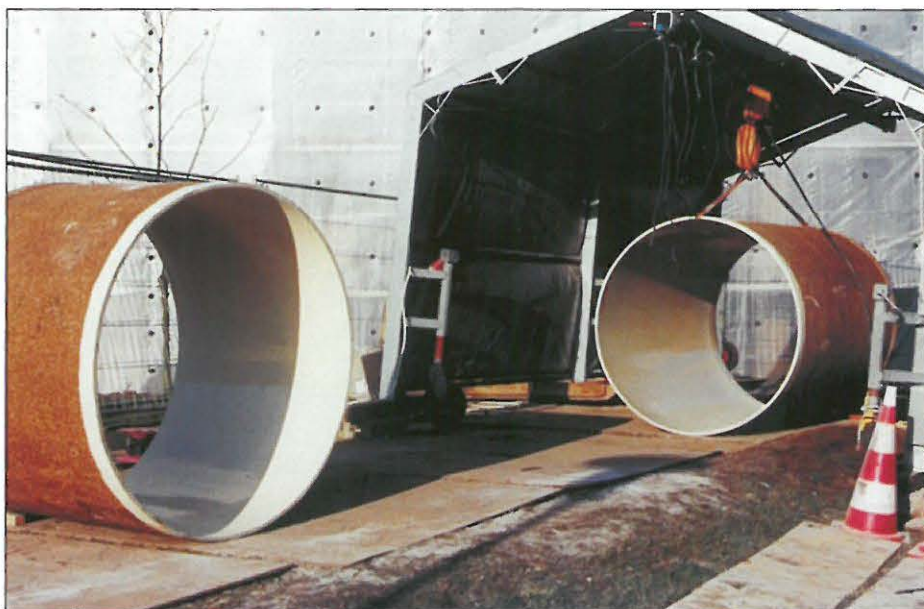
Rørmaterialet

Rørene fremstilles af kombinationer af forskellige glasvævmåtter, glastråd, polyester/vinylester, epoxy og evt. kvartssand.

Ved maskinelt fremstillede rør lægges først et 2 – 3 mm tykt lag glasmåtte, der gennemimprægneres med polyester for at danne et korrosionsbeskyttende lag. Derefter roteres formen, mens en polyestervædet tråd spindes omkring den. Sammen med tråden kan der evt. tilføres fint kvartssand. Processen fortsætter, til godstykkelsen er nået.

For at kunne fremstilles både som hele rør og som segmenter, fremstilles panelerne ved håndoplæg på forme. Denne proces muliggør





Rørene skal passere ned i ledningen gennem de eksisterende brønde/bygværker.

endvidere assymetriske profiler eller profiler med negativ krumningsradius i dele af profilet. Dette er f.eks. tilfældet for øjestensprofiler med bundrende.

Harpiks- og glastyperne vælges her som ved anden rørfabrikation efter kravene til styrke og kemisk/temperatur resistens.

Miljøforhold på arbejdspladsen.

Det er den enkelte entreprenørs opgave at overholde de gældende lovgivninger omkring arbejdspladsen. Især miljøet omkring renovering af spildevandsledninger har myndighedernes bevågenhed. Af eksempler, som der skal tages hensyn til, kan nævnes:

- Arbejdspladsvurdering
- Sikkerhedsorganisationen
- Plan for sikkerhed og sundhed
- Sikkerhedsforanstaltninger
- Sikkerhedsudstyr
- Velfærdsforanstaltninger
- Personlig hygiejne
- Beredskabsplan

Omkring ovenstående punkter bør man være opmærksom på, at såvel den nationale lovgivning som den stedlige myndighed har kompetencer inden for mange af de områder, som omfatter miljøforhold på arbejdspladsen.

11.3 Forundersøgelse

For at få det bedst mulige resultat i forbindelse med at bruge paneler til en renoveringsopgave

er det vigtigt at gennemføre en omhyggelig forundersøgelse, der som minimum bør indeholde følgende:

- Den eksisterende lednings tilstand, baseret på TV-inspektion eller manuel inspektion
- Behov for rensning, baseret på TV-inspektion
- Ledningsstrækningens længde og dybde
- Ledningsdimension, deformationer, forskydninger og retningsændringer
- Grundvandsspejlets niveau
- Placering af stiktilslutninger
- Trafikbelastning
- Data på stiktilslutninger som dimensioner, døde stik, stik i brug og indragende stik
- Eventuelle brøndes tilstand registreres
- Beliggenhed og størrelse af eventuelle arbejdsgruber

11.4 Forberedende arbejde

Når de nødvendige forundersøgelser er afsluttet og projektet skal udføres, er der nogle rutiner for, hvorledes forarbejdet bør udføres for at opnå en effektiv renoveringsudførelse, såsom:

- Eventuelle planlagte overpumpninger inkl. tidsrum og antal berørte forbrugere. Her kan være tale om mængder på op til 500 – 2000 liter pr. sek.
- Planlagte trafikreguleringer og tilhørende advisering
- Eventuel afpropning af ledninger (tidspunkter, tidsforbrug og antal stikledninger)
- Fræsning af indragende stik

- Opmåling af indvendig diameter
- Slibning eller rodskæring af punktvis faste aflejringer
- Eventuel højtryksspuling/rodskæring
- Afpropning af døde stik
- Genopretning af den eksisterende ledning eller dele deraf (f.eks. ved ledningsbrud)
- Tætning for indsvivende grundvand (midlertidig foranstaltning for at kunne renovere)

Renovering af store ledninger indebærer en kompliceret planlægning og kræver derfor et tæt samarbejde mellem bygherre, entreprenør og rådgiver.

Er der tale om regnvandsledninger, har metoden den fordel, at overpumpning ikke umiddelbart er nødvendig. Skulle der komme regn i løbet af installationsperioden kan man blot forlade røret og vende tilbage, når der igen er tørt. Den halvfærdige installation tåler oversvømmelse.

Dimensionering af paneler

Rørene kan være designede og fremstillede som selvbærende, flexible rør. Alternativt kan styrken opnås ved, at det eksisterende rør, foringen og betonen, der fylder hulrummet imellem dem, danner en sandwichkonstruktion.

Der anvendes verden over forskellige design kriterier. Hvor man ikke har nationale standarder, anvendes ofte retningslinier fra Water Research Centre i England, som har udgivet en manual om renovering af ledninger. Heri indgår dimensioneringsgrundlag for sandwichkonstruktionen (type I) og for flexible rør (type II). En egentlig gennemgang af dimensionering er ikke gengivet i denne håndbog.

Udover de statiske kalkulationer bør der laves undersøgelser og beregninger på ledningernes hydrauliske kapacitet. Hertil skal nævnes, at på trods af den uundgåelige reduktion i ledningstværsnittet, som en renovering medfører, vil den glatte overflade som regel medføre større hydraulisk kapacitet i forhold til den eksisterende ledning.



Paneler klar til installation.

11.5 Installation

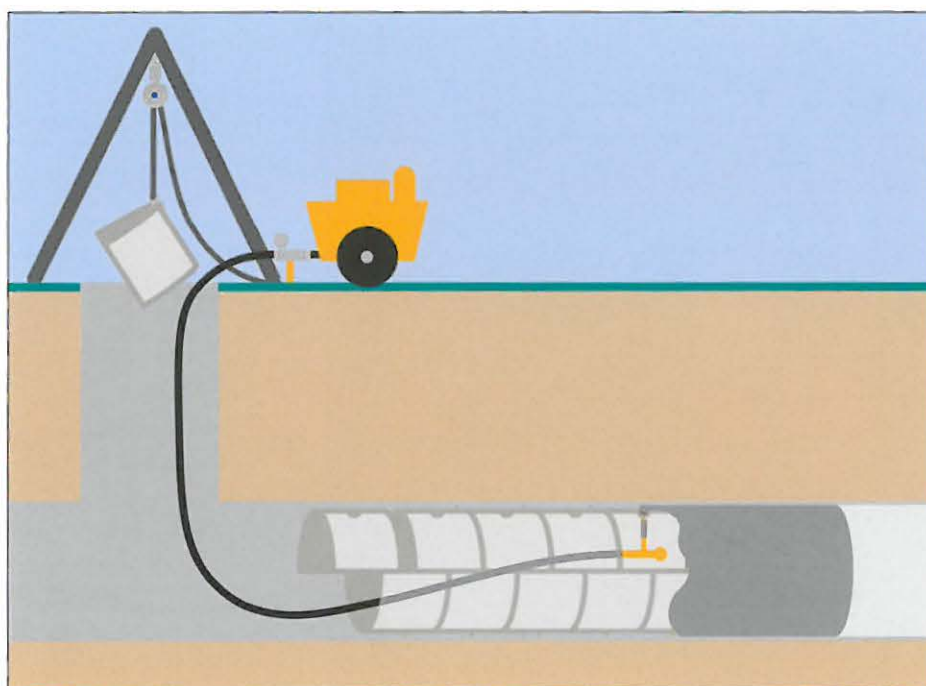
Ved længder op til 2 – 300 meter kan installationen foregå fra én brønd/startgrube. Dog bør der være ventilation og flugtveje med kortere mellemrum.

På overfladen etableres et mindre arbejdsareal. Her skal være afspærring for arbejderes og forbipasserendes sikkerhed. Der skal være plads til det udstyr, der er nødvendigt for installationen, og der skal være plads, så lastbiler kan bringe materialer og udstyr til. Ved installationsgruben anbringes en kran til at hejse paneler ned i ledningen, kompressor, generator samt værktøjs-/mandskabsfaciliteter.

Panelerne slæbes/køres til den placering, de skal have i ledningen. Der startes modsat startgruben, så installationen afsluttes i denne. Panelerne klodses op og kiles fast. Hvis der er plads til det, vil man i en vis udstrækning kunne ud-



Portalkran monteret over brønd til indhejsning af paneler.



Principskitse af en panel renovering. Panelerne klodses op og kiles fast, hvorefter der pumpes beton ind i hulrummet.

ligne lunker. Dette kræver, at der er så stor dimensionsforskel på panelerne og den eksisterende ledning, at niveauregulering af det enkelte panel er mulig.

Når panelerne er anbragt i hele ledningslængden, skal hulrummet fyldes ud med beton. Der vælges en pumpebar beton, som pumpes ind. Under denne indpumpning skal der udvises forsigtighed, således at panelerne ikke udsættes for et for stort udvendigt tryk. Dette gøres ved at kontrollere pumpetrykket og opdriftskræfterne, som panelet bliver udsat for fra den flydende beton. Her skal man huske, at opdriften er større fra beton end fra vand på grund af betonens større massefylde. Disse kræfter kan reduceres ved at bruge en skummende beton med lavere massefylde. I tilfælde, hvor betonen indgår i styrken, har man begrænsede muligheder for at skumme, da dette reducerer betonens trykstyrke. En anden mulighed for at reducere belastningen er at injicere betonen i 2 til 3 trin, hvorved betonen får tid til at sætte sig inden næste indpumpning.

Skift i dimensioner kan klares med præfabrikerede overgange. Disse er ofte dyre, da der skal laves en form til hvert enkelt dimensionsskift. En anden mulighed er at tilskære de paneler, man installerer på begge sider af dimensionsskiftet, og så udføre en håndlaminering på ste-

det. Tilsvarende klares retningsændringer med præfabrikerede elementer eller tilskårne rør.

Stikledninger indmåles som ved strømpeforinger og åbnes, når panelet er anbragt. En tæt tilslutning kan derefter etableres ved muring, glaslaminering eller overgangsprofil, eller som en kombination af disse.

Afhængigt af ledningens dimension og længde samt panelernes vægt, antallet af samlinger osv. kan der forventes en fremdrift på 5 – 30 meter pr. dag.

Sikkerhed

Da de mennesker, der udfører installationen, arbejder og opholder sig i ledningen, er der en række sikkerhedsmæssige og arbejdsmiljømæssige forhold, der skal være opfyldt.

Ledningen skal være forsvarligt afproppet mod spildevandet op- (og evt. ned-)strøms. Hvis denne afpropning foretages med oppustelige balloner, skal disse være sikrede med kæder eller lignende, og der skal være konstant overvågning af trykket i dem. Opstrøms bør der være 2 balloner som ekstra sikkerhed, og der skal være overvågning af pumperne, så spildevandsniveauet bag afspærringen ikke kommer for højt og dermed udsætter ballonerne for en uhensigtsmæssig stor belastning.



Montering af paneler.

Der skal være sikret tilstrækkeligt lys til arbejdet, og der skal foretages mekanisk ventilation med frisk luft. En gasdetektor bruges løbende for at sikre iltniveauet, og for at der ikke forekommer giftige eller eksplosionsfarlige gasser.

Der skal være flugtveje i begge retninger i ledningen, og der skal være vagt ved startgruben, som er i kontakt med kollegaerne inde i ledningen. Der skal være telefon og nødhjælpsudstyr på arbejdsstedet, og mandskabet skal være instruerede i procedurer ved uheld.

Arbejderne skal naturligvis være vaccinerede som ved andet kloakarbejde.

Panelerne fastgøres.



11.6 Afsluttende arbejder

Efter selve installationen vil der som oftest skulle laves en del efterarbejde som f.eks.:

- Beboerinformation efter stikåbning har fundet sted
- Brøndafslutninger – således at der sikres et fortsat glat gennemløb
- Stikåbninger – således at spildevandet fra forbrugerne igen kan afledes til hovedledningen
- TV-inspektion og/eller visuel inspektion som dokumentation for den færdige renovering
- Der kan eventuelt foretages tæthedsprøvnin, men i mange af de større profiler vil en afpropning være noget besværlig

Efterarbejdet har til formål at sikre, at det arbejde, der ligger uden for den egentlige ledningsrenovering, udføres og dokumenteres til såvel entreprenørens eget kvalitetssystem som til bygherrens tilfredshed.

11.7 Kontrol og dokumentation

Efter et afsluttet renoveringsprojekt modtager bygherren dokumentation fra entreprenøren, som viser i hvilken kvalitet projektet er udført. I den forbindelse er det vigtigt, at bygherren eller den rådgivende allerede i udvælgelsesfasen har sikret sig, at den forventede dokumentation kan udføres og afleveres, efter renoveringsprojektet er afsluttet. I udvælgelsesfasen kan bygherren og/eller den rådgivende f.eks. sikre sig, at følgende kan dokumenteres:

- Deklaration på de anvendte produkter/installationsmetoder herunder formens nøjagtighed, brug af rigtige materialer (styrke, kemikalieresistens) mv.
- Hvorledes forarbejder og forundersøgelser udføres
- Materialehåndteringen, herunder korrekt laminering med overholdelse af tider, udhærdning, og at der ikke er luft i laminatet
- At installationsmanualer er tilstede og i anvendelse
- Hvorledes efterarbejder og efterkontrol udføres og dokumenteres, herunder at panelerne ikke er beskadigede og korrekt indbyggede (samlinger, fald, opklodsning, injicering) mv.
- Hvorledes den afsluttende dokumentation ser ud
- Håndteringen af udførselsmæssige afvigelser i.f.t. instruktionshåndbogen
- Reklamationsbehandlingen
- Anvendte materials indvirkning på miljøet

Såfremt ovenstående er implementeret i en kvalitetshåndbog, er bygherren/den rådgivende allerede i udvælgelsesfasen rimelig sikker på, at det udførte renoveringsprojekts kvalitet udførelsesmæssigt kan dokumenteres på forsvarlig vis.



Et grundigt forarbejde, sikrer en succesfuld udførelse.



Installationen kontrolleres.

12.1 Indledning

I dette kapitel vil der blive redegjort for, hvad rørsprængning er, hvor rørsprængning kan anvendes og hvilke fordele rørsprængning har i sig selv samt give en teknisk gennemgang af, hvorledes rørsprængningen skal gennemføres.

Rørsprængning af ledninger kan benyttes til kloak, vand, gas og andre ledninger, og benyttes især, hvor den eksisterende ledning skal op i dimension, eller hvor den eksisterende ledning er i så dårlig stand, at en renovering af ledningen ikke er mulig og derfor kræver en ny ledning. Endvidere benyttes rørsprængning, hvor det ikke er muligt at grave hele strækninger op, eller hvor større opgravning er meget generende for beboerne og/eller trafikken.

Ideen til systemet kom fra Britisk Gas, hvor nogle af principperne i systemet blev brugt til at renovere gasledninger. Systemet blev senere udviklet til at benytte en jordfortrængningsrakiet/hydraulisk hammer, der monteredes bag rørsprængningshovedet, samt til at benytte stålband som en "kappe" rundt om det nye rør, for at beskytte det under indføringen i den eks. ledning.

Efterfølgende er man gået bort fra at benytte disse beskyttelsesbånd, og i stedet anvendes der i dag PE-ledninger med et højere tryktrin og derved en tykkere rørvæg.

Formålet med jordfortrængningsraketten/ den pneumatisk hammer er, at denne omlejrer den jord, der ligger om det eksisterende rør og kan udrette lokale lunger og gør store udvidelser mulige ved en relativ lille trækraft.

Sidenhen er der udviklet et system, der udelukkende benytter statisk træk som trækraft, nemlig rørsprængning uden raket. Denne metode medfører relativ store trækkræfter og ingen omlejring af jorden. I dag benyttes metoder både med og uden raket.



Rørsprængningshoved.

Raket (inden montering af rør og hoved).



Hvad forstås ved rørsprængning?

Fælles for metoder, der i dag findes til at udføre renovering med rørsprængning, bygger på princippet om en PE-ledning, der er påmonteret et "rørsprængningshoved" i overstørrelse. Dette giver mulighed for at indføre et nyt rør i større dimension end den eksisterende.

Rørsprængningshovedet, med det påmonterede nye rør, trækkes gennem den eksisterende ledning ved hjælp af et trækssystem, og den nye ledning placeres derved i det eksisterende tracé.

At knuse/sprænge det eksisterende rør og efterfølgende indføre et nyt i det samme tracé, har gennem tiden haft mange forskellige ord og navne hæftet på sig. På dansk har metoden været kendt under betegnelser så som langrørsforing, foring med sammensvejste lange rør, rørsprængning, pipe cracking og pipe bursting.

Ved rørsprængning ved dødt træk skæres det eksisterende rør snarere op end knuses.

Itækning af røret foregår udelukkende ved de store trækkræfter.

Det "officielle" danske ord for ovennævnte er rørsprængning – idet det er dette ord, der benyttes af "Kontrolordning for ledningsrenovering" for denne renoveringsproces.

I det efterfølgende differentieres derfor mellem rørsprængning med og uden raket, hvor "bursting" oversættes til dansk som "rørsprængning uden raket".

12.2 Anvendelsesområder

For det enkelte projekt er det vigtigt at finde den rigtige renoveringsmetode. Fra gang til gang skal der vurderes f.eks. pladsforhold, det flydende medies kemiske sammensætning, tryk i ledningen, temperatur i ledningen samt antal stiktilslutninger og antal brønde.

Som tidligere beskrevet anvendes rørsprængning til renovering af flere forskellige rørtyper. I det følgende er der givet en skematisk oversigt over anvendelsesområder og evt. begrænsninger ved metoden.

Rørtyper	Egnet Bemærk
Kloakledninger	✓
Gasledninger	✓ (se note A)
Drikkevandsledninger	✓
Kemiske/procesledninger	✓
Lige rør	✓
Rør med retningsændringer	✓ (se note B)
Cirkulære rør	✓
Ikke-cirkulære rør	✓ (se note C)
Rør med skiftende tværsnit	✓ (se note D)
Rør med stikledninger	✓
Rør med deformationer	✓ (se note E)
Trykrør	✓

(A) Kærvidser skal dokumenteres, og der skal sikres udluftning, således gaslommer undgås

(B) Afhængig af, om det er bøjninger eller trukne bøjninger op til 20 grader

(C) Vil blive cirkulær efter renovering

(D) Kan både renoveres til samme dimension på hele strækket eller med dimensionsskift undervejs

(E) Deformationer fjernes med rørsprængning

Renovering med rørsprængning giver mulighed for at øge dimensionen i den eksisterende ledningen, fjerne forskudte samlinger samt oprette eventuelle lunger. Endvidere er der ikke behov for de typiske forarbejder, så som spuling af ledningen, bortskæring af indragende stik, rodskæring, cutterarbejde i forbindelse med udjævning af forskudte samlinger mv.

I forbindelse med rørsprængning under grundvandsspejl og sand omkring den eksisterende ledning kan den pneumatiske hammer skabe et "vacuum", som hindrer fremdrift. Oftest er de lokale jordbundsforhold dog på forhånd undersøgt, således at denne situation kan undgås ved enten at iværksætte lokal grundvandssænkning eller benytte rørsprængning uden raket med et højt dødt træk.

Miljøforhold på arbejdspladsen

Det er den enkelte entreprenørs opgave at overholde de gældende lovgivninger omkring arbejdspladsen. Især miljøet omkring renovering af spildevandsledninger har myndighedernes bevågenhed. Af eksempler, som der skal tages hensyn til, kan nævnes:

- Arbejdspladsvurdering
- Sikkerhedsorganisationen

- Plan for sikkerhed og sundhed
- Sikkerhedsforanstaltninger
- Sikkerhedsudstyr
- Velfærdsforanstaltninger
- Personlig hygiejne
- Beredskabsplan

Omkring ovenstående punkter bør man være opmærksom på, at såvel den nationale lovgivning som den stedlige myndighed har kompetencer inden for mange af de områder, som omfatter miljøforhold på arbejdspladsen.

Miljøforhold omkring produktet

PE-materialet er et af de mest miljøvenlige produkter, der benyttes til renovering af ledninger. Polyethylen er baseret på olie og er ikke tilsat giftige tilsætningsstoffer.

12.3 Forundersøgelse

For at få det bedst mulige resultat i forbindelse med brug af rørsprængning til renoveringsopgaver er det vigtigt, at der gennemføres en omhyggelig forundersøgelse, der som minimum bør indeholde følgende:

- Den eksisterende lednings tilstand, baseret på TV-inspektion
- Behov for rensning, baseret på TV-inspektion
- Placering af eventuelle ventiler
- Ledningsstrækningens længde og dybde
- Ledningsdimension, deformationer, forskydninger og retningsændringer
- Grundvandsspejlets niveau
- Placering af stiktilslutninger
- Trafikbelastning
- Data på stiktilslutninger som dimensioner, døde stik, stik i brug og indragende stik
- Eventuelle brøndes tilstand registreres



For en succesfuld rørsprængning er det vigtigt med en grundig forundersøgelse.

12.4 Forberedende arbejde

Når de nødvendige forundersøgelser er afsluttet, og projektet skal udføres, er der nogle rutiner for, hvorledes forarbejdet bør udføres for at opnå en effektiv renoveringsudførelse, såsom:

- Eventuelle planlagte overpumpninger inkl. tidsrum og antal berørte forbrugere
- Planlagte trafikreguleringer og tilhørende advisering
- Afpropning af ledninger (tidspunkter, tidsforbrug og antal stikledninger)
- Arbejdsgrubers størrelser og beliggenheder
- Registrering og afmærkning af stiktilslutninger

De nødvendige forberedende arbejder vil som oftest være afhængig af, hvilket medie røret skal transportere, og om det er en gravitations- eller trykledning. Det forberedende arbejde ved en afløbsledning vil f.eks. bestå af:

- Stiktilslutninger frigraves og frakobles hovedledningen. F.eks. ved at placere lodrette afstivningsrør i udgravningen til stikkene. (Se nedenstående foto)
- Ophugning af brøndbunde, så sprængningshoved og PE-rør kan passere, uden at der opstår hævnings af ledningsprofilen
- Afpropning af døde stik

Lodrette afstivningsrør placeret over stiktilslutninger.





Sammensvejst PE-rør klar til installation.

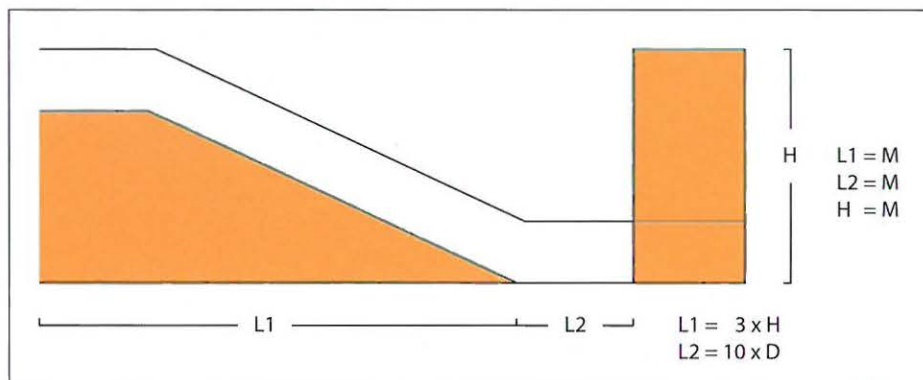
Dimensionering og svejsning

For dimensionering af PE-ledningerne henvises til den danske "Kontrolordning for ledningsrenovering".

Svejsning af PE-rørene skal foretages af certificeret plastsvejsers iht. rørleverandørens anvisninger, og svejsevulster fjernes som regel i røret.

12.5 Installation

Ved rørsprængning med lange sammensvejste rør svejses det nye PE-rør (Polyetylen) sammen til ét langt rør, og de opståede indvendige svejsevulster fjernes, afhængig af hvad ledningen skal bruges til. (Se ovenstående foto). Før indføring af det nye sammensvejste PE-rør skal der etableres en indføringsgrube. Det er særdeles vigtigt, at denne udføres korrekt, da der ellers kan opstå en lunke og/eller en hævnning af den nye ledning, der i værste fald resulterer i en ny ledning med bagfald. For korrekt udførelse af indføringsgrube er det særdeles vigtigt, at nedenstående mål overholdes.



Mål, der skal overholdes ved udarbejdelse af indføringsgrube.



Eksempel på modtagegrube.

Ved valg af rørsprængning uden raket skal der, udover indførsigruben og stikhullerne, etableres en modtagegrube, hvortil den nye ledning trækkes, og hvori trækudstyret kan placeres.

Dette er ikke nødvendigt ved rørsprængning med raket. Her placeres en "mægler" i den brønd, hvortil der skal rørsprænges. Denne mægler overfører trækkræfterne fra et wirespil. Kombinationen af wirespillet og raketten (hydrauliske hammer) giver en optimal udførelse af rørsprængningen. Wiren (eller stængerne ved rørsprængning uden raket) føres gennem den eksisterende ledning og påmonteres rørsprængningshovedet. Den nye PE-ledning boltes fast

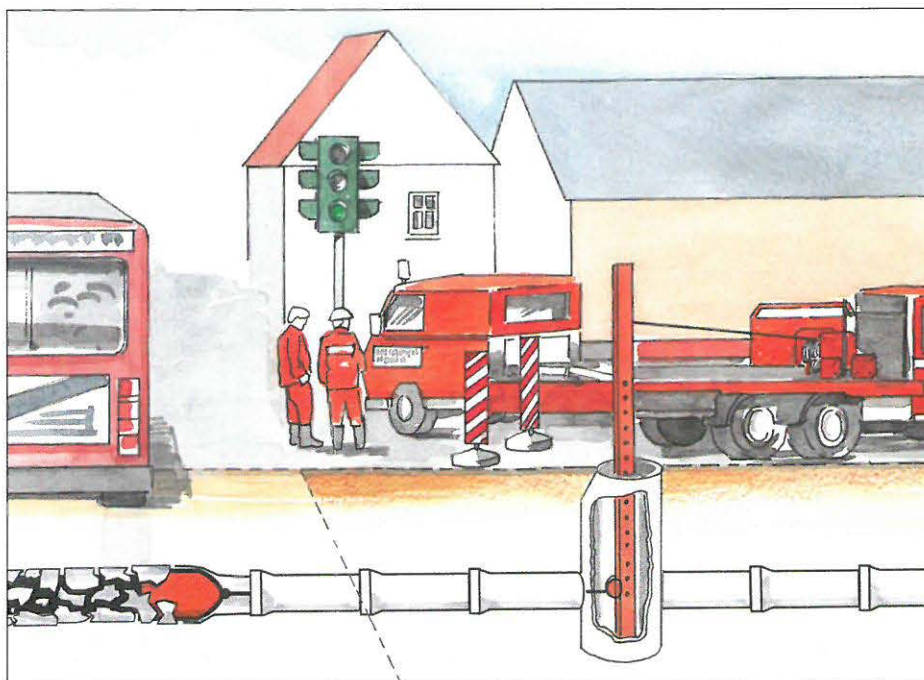
til dette, og herefter kan rørsprængningen begynde.

Rørsprængningstiden afhænger af mange ting, blandt andet den omkringliggende jord, antallet af stikhuller, størrelsen på udvidelsen af ledningen, samt længden af ledningen. Typisk vil en gennemsnitlig rørsprængning på ca. 100 meter, med en udvidelse, der forøger ledningen fra eks. en ø200 bt. til en ny ø250 PEH, PN6, med 5-6 stikhuller, tage 5-6 timer. Tiden kan variere med alt fra 15 minutter for en 100 meter rørsprængning af en ø90 vandledning op til 15-20 timer for eksempelvis 60 meter rørsprængning af en ø600 bt. til ny 630 PEH, PN6.

Efter selve rørsprængningen er foretaget, afmonteres rørsprængningshovedet og der foretages stiktilkoblinger. Disse udføres med specielle sadelgrenrør (se foto næste side), der påmonteres den nye PE-ledning, hvorefter der med kopbor laves hul i den nye ledning til stikket. Overgangen fra sadelgrenrøret til den eksisterende stikledning (eller den nye, hvis stikledning også er renoveret ved rørsprængning) foretages med krympemuffe, således at også overgangen bliver tæt.

Brøndbundene renoveres ved at ilægge nye bundløbsrender og efterfølgende opstøbe nye banketter i brøndene, og der etableres en tæt samling mellem PE-ledningen og brønden.

"Mægler" placeret i brønd, hvortil der skal rørsprænges.

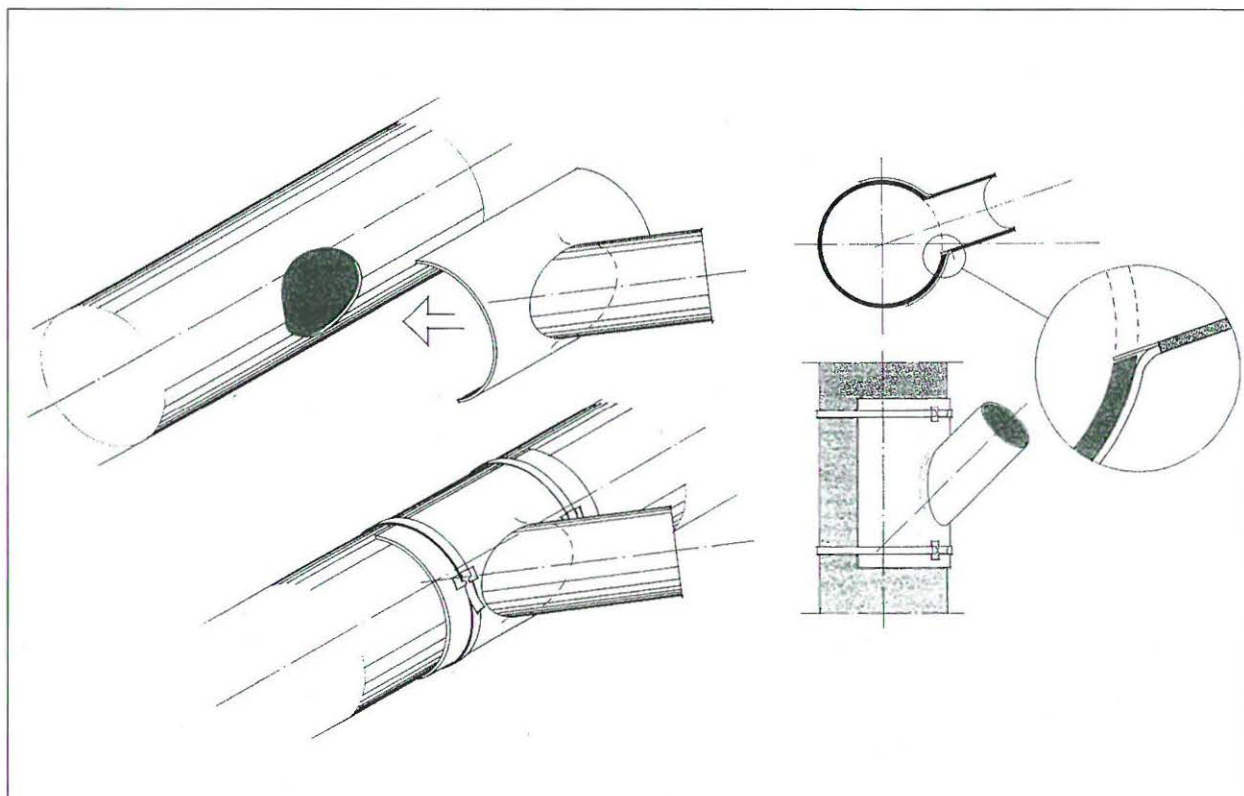


Stikrenovering med rørsprængning udføres på samme måde som ved renovering af en hovedledning. En rørsprængning af stikledning foretages ved at nedføre røret ved en samlebrønd på grunden eller ved etablering af ny skelbrønd. Rørsprængningen af stikket foregår så ud mod stikhullet på hovedledningen. Den renoverede stikledning monteres efterfølgende på hovedledningen med sadelgrenrør (se nedenstående foto). Disse kan fastgøres på forskellige måder alt efter fabrikat med bolte, rustfrie stålbånd eller elektrosvejsning.

Rørsprængning med kortrør

Rørsprængning med kortrør foregår som udgangspunkt på samme måde som rørsprængning med lange sammensvejste rør. Dog itrækkes én længde ad gangen – dvs. f.eks. tre meter rør, hvorefter processen stoppes, og et nyt tre-meter rørstykke påsvejses og itrækkes. Fordelen ved at benytte denne metode er, at indførsigruben bliver kortere. Ulempen ved at benytte kortrørsforingen er, at den er meget tidskrævende, pga. den øgede svejse- og køletid fra de mange samlinger.

Eksempel på montering af sadelgrenrør på hovedledning.



12.6 Afsluttende arbejder

Efter selve installationen vil der som oftest skulle laves en del afsluttende arbejder i form af eksempelvis:

- Tæthedsprøvning
- Beboerinformation, efter stikåbning har fundet sted
- Brøndafslutninger, således at der sikres et fortsat glat gennemløb
- TV-inspektion, som dokumentation for den færdige renovering

De afsluttende arbejder har til formål at sikre, at det arbejde, der ligger uden for den egentlige ledningsrenovering, udføres og dokumenteres til såvel entreprenørens eget kvalitetssystem som til bygherrens tilfredshed.



Brøndbunden renoveres med nye bundløbsrender, hvorefter der støbes nye banketter.

12.7 Kontrol og dokumentation

En efterkontrol er en sammenligning mellem det dokumenterede udførte arbejde og entreprenørens og eventuelle kontrolinstansers kvalitetskrav og beskrivelser. Efterkontrollen bør altid finde sted og har til formål at eftervise, at det udførte arbejde er i overensstemmelse med det aftalte.

Efter et afsluttet renoveringsprojekt modtager bygherren dokumentation fra entreprenøren i form af en kvalitetshåndbog, som viser, i hvilken kvalitet projektet er udført. I den forbindelse er det vigtigt, at bygherren allerede i udvælgelsesfasen har sikret sig, at den forventede dokumentation kan udføres og afleveres, efter renoveringsprojektet er afsluttet. Kvalitetshåndbogen bør som minimum indeholde dokumentation for følgende:

- Deklaration på de anvendte produkter/installationsmetoder
- Hvorledes forarbejder og forundersøgelser udføres
- Materialehåndteringen
- At installationsmanualer er tilstede og i anvendelse
- Hvorledes efterarbejder og efterkontrol udføres og dokumenteres
- Hvorledes den afsluttende dokumentation ser ud
- Håndteringen af udførselsmæssige afvigelser i forhold til instruktionshåndbogen
- Reklamationsbehandlingen



13.1 Indledning

Siden styret boring for alvor blev introduceret i midten 1980'erne, har teknikken været under stadig udvikling, specielt igennem de seneste 10 år har teknikken vundet stor indpas. Alle kan se fordelene ved teknikken, idet der ofte kan opnås store besparelser, ligesom gener og skader minimeres væsentligt.

Internationalt benævnes metoden Horizontal Directional Drilling (HDD) eller kort Directional Drilling.

I Skandinavien introduceredes teknikken i slutningen af 80'erne og viste sig hurtigt at være meget fordelagtig ved installering af foringsrør for kabler og ledninger i jorden.

En forudsætning for, at metoden skal videreudvikles, er, at rådgivere og bygherrer, der har projekteringsansvaret, har et godt kendskab til metoden, og at disse sammen med boreentreprenøren evaluerer muligheder for anvendelse af teknikken så ofte som muligt.

13.2 Anvendelsesområder

Metoden kan anvendes i stort set alle jordbundsforhold lige fra vandmættet sand og grus til tørt eller vandmættet ler (dog ikke i grundfjeld).

Metoden er primært udviklet til brug i forbindelse med udførelse af foringsrør, i materialet PE, for kabler og ledninger.

I dag udgør boring for telekabler/bredbånd en stor del af boreentreprenørernes arbejdsområde.

Der produceres mange kilometer styret boring hver dag og ofte udgør styret boring cirka 5 til 10% af et ledningstracé. Typisk installeres der rør i dimensionerne omkring 40 mm, men styret boring har her vist sig med fordel at kunne trække mere end 20 rør i af gangen.

Efterhånden som mængden af installationer for telekabler stiger, bliver det vanskeligere at finde alternative tracé, da der ofte ikke er plads i de eksisterende. Samtidig kræves der stor omhyggelighed under borearbejdet for ikke at beskadige de eksisterende ledninger og kabler.

Anvendelse af metoden er i dag øget til andre typer af installationer, så som fjernvarmerør, afløbsledninger, vandledninger og drænledninger.

De enkelte typer af installationer vil blive kort behandlet i det følgende:

■ Fjernvarmerør

I forbindelse med udførelse af fjernvarmerør er det mest hensigtsmæssigt at anvende forerør, således at kappen på røret er beskyttet. Det kan imidlertid også lade sig gøre at itrække fjernvarme rør uden brug af forerør, i den forbindelse skal der ved længere boringer tages højde for de geologiske forhold, dvs. undergrunden skal være fri for sten, og boringen skal helst foretages i "bløde" aflejringer, der ikke kan skade kappen. Endvidere skal det sikres, at der i hulrummet mellem boringen og kappen injiceres med en kraftig blanding af vand og bentonit for at nedsætte friktionen mellem borevæg og kappe.

■ Afløbsledninger

Det er yderst vanskeligt at udføre gravitationsledninger ved styret boring. En dygtig entreprenør kan ved brug af sonde få placeret en pilot-boring yderst præcist, det vil sige inden for få promille. Der er imidlertid ikke mulighed for at måle på placering af PE-røret under itrækning af dette. Det vil derfor være meget vanskeligt at sige noget om nøjagtigheden, hvormed en gravitationsboring kan udføres, og hvor stort et fald, der skal til, for at lunger i ledningen ikke opstår.

■ Vandledninger

Styret boring er yderst egnet til installation af vandledninger, idet der ikke er noget krav til ledningsfald, men kun til minimumsjorddækning.

■ Drænledninger

Ved boring for installation af drænledninger, skal ledningen oftest etableres med et vis fald, hvilket i sig selv er vanskeligt. Ved brug af bore-mudder i forbindelse med udførelse af drænledninger skal man sikre sig, at der anvendes en borevæske, der kun består af vand eller en borevæske, der nedbrydes med tiden, eventuelt en form for polymer.

■ Øvrige ledninger

I princippet er der ingen grænser for, hvilke typer af installationer der kan udføres ved metoden. Det, der skal sikres, er, at det medie, der skal trækkes ind i boringen, har en vis trækstyrke.

Borerigge

På det internationale marked findes borerigge i forskellige kategorier, som regel anvendes benævnelse inddelt i tre kategorier:

- Mini rig trækraft mindre end 20 tons
- Midi rig trækraft mellem 20 og 40 tons
- Maxi rig trækraft større end 40 tons

En borerigs kapacitet er imidlertid et samspil mellem 3 forskellige egenskaber, nemlig trækraft, pumpekapacitet og drejningsmoment på boreriggen. Drejningsmomentet er specielt vigtigt ved boringer i stor dimension.

Miljøforhold på arbejdspladsen.

Det er den enkelte entreprenørs opgave at overholde de gældende lovgivninger omkring arbejdspladsen. Af eksempler, som der skal tages hensyn til, kan nævnes :

- Arbejdspladsvurdering
- Sikkerhedsorganisationen
- Plan for sikkerhed og sundhed
- Sikkerhedsforanstaltninger
- Sikkerhedsudstyr
- Velfærdsforanstaltninger
- Personlig hygiejne
- Beredskabsplan
- Håndtering af evt. jordforurening

Omkring ovenstående punkter bør man være opmærksom på, at såvel den nationale lovgivning som den stedlige myndighed har kompetencer inden for mange af de områder, som omfatter miljøforhold på arbejdspladsen.

13.3 Forundersøgelser

For at få det bedst mulige resultat i forbindelse med styret boring, er det vigtigt at gennemføre en omhyggelig forundersøgelse, der som minimum bør indeholde følgende :

- Geotekniske og miljøtekniske undersøgelser
- Grundvandsspejlets niveau
- Registering af ledninger og kabler og af evt. forhindringer i undergrunden
- Beliggenhed og størrelse af arbejdsgruber

Væsentligt er det at vide, hvilken jordtype den styrede boring skal udføres i. Det er væsentligt at vide, om det er sand, ler eller eventuelt klippe. Det er ligeledes væsentligt at vide, hvordan grundvandsforholdene er i området.

Det kan ofte være en stor fordel at udføre en såkaldt arkivundersøgelse ved at indhente oplysninger fra geotekniske undersøgelser, der tidligere har været udført i nærheden af det øn-

skede tracé. Ofte forefindes sådanne undersøgelser udført i forbindelse med andre konstruktioner i nærheden.

Endvidere er det muligt i Sverige at kontakte Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) eller i Danmark at kontakte GEUS for at få oplysninger om jordbundsforholdene i det aktuelle område.

Når oplysningerne sammenholdes med størrelse og type af den ledning, der skal installeres, kan det endelige valg af borerig, borehoved og reamer vælges. Ovenstående er yderligere også afgørende ved valg af borevæskens sammensætning.

Ud over at få verificeret de geotekniske forhold er det vigtigt at vurdere ledningens placering set i relation til andre konstruktioner i undergrunden. Der skal ligeledes foretages en vurdering af de aktuelle forhold på stedet med hensyn til, hvor boringen skal udføres fra og til. Her tages blandt andet i betragtning, hvad boringen skal føres under, som for eksempel befærdet veje, åløb, havne krydsninger, jernbaner og meget andet.

Yderligere er det vigtigt at vurdere muligheden for placering af boringen, idet der skal tages hensyn til borerørens bøjningsradius. Det er vigtigt, at bøjningsradius på de anvendte borerør holdes. Såfremt dette ikke gøres, vil der være stor risiko for, at borerøret kan knække, og dyrt boreudstyr mistes.

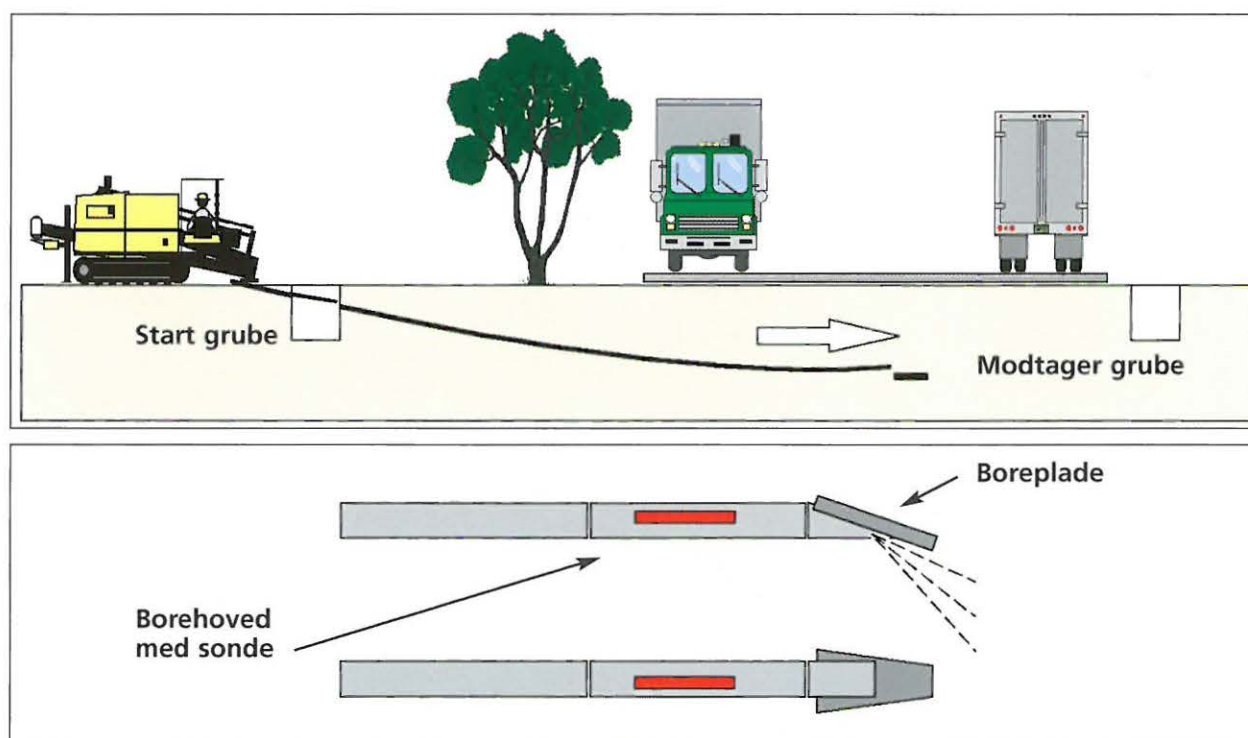
En anden omstændighed, der kan være afgørende ved valg af ledningstracé og ledningslængde, er muligheden for udlægning og svejsning af de rør, der skal installeres i den aktuelle boring.

13.4 Forberedende arbejder

Der udgraves til start- og modtagegrube, som er reservoir for det borevæske, der indpumpes under boringen samt jord, der bores ud. I tvivlstilfælde mht. en eksisterende lednings placering foretages en prøvegravning, således at placeringen kan verificeres.

Ved længere boringer kan det være hensigtsmæssigt at udføre aflastningshuller, så boremodtrykket ikke bliver så højt, at der er fare for ukontrolleret hævnning af terræn og vejbane.

Ved gravitationsledninger nivelleres terrænet over boretracéet og efterfølgende udregnes den teoretiske dybde, som borehovedet skal ligge i for hver borestang.



Boring af pilothul og udformning af traditionelt borehoved.

13.5 Installation

Boring af pilothul

Boreriggen anstilles ved startgruben og forankres, således at tryk og trækkræft kan overføres til borehovedet. Pilothullet udføres i det planlagte tracé.

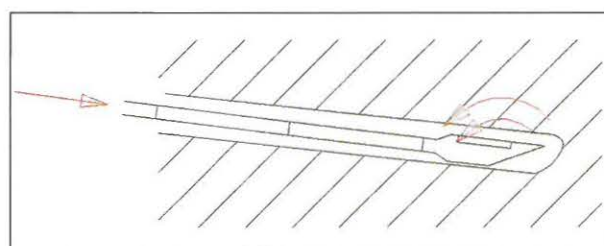
Pilotboringen udføres med et stålrør, der skrues sammen og trykkes/børes gennem jorden fra startpunktet til slutpunktet.

Borehovedet i borerørets front kan under fremboringen positionsbestemmes og styres langs en bestemt linie. Det er denne del af arbejdet, som har givet systemet sit navn "Styret boring".

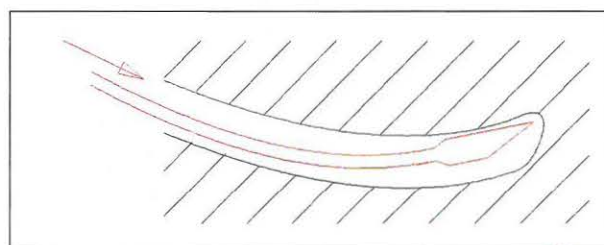
Styringen foregår ved at presse borehovedet frem i jorden:

- For at bore lige ud roteres borehovedet under boring
- For at styre fastholdes borehovedet i den ønskede position og presses frem, indtil retningsændringen er opnået

Borevæsken, som pumpes gennem pilotrøret og ud gennem styrehovedet, spuler den løsborede jord bag ud langs pilotrørets yderside til en startgrube.



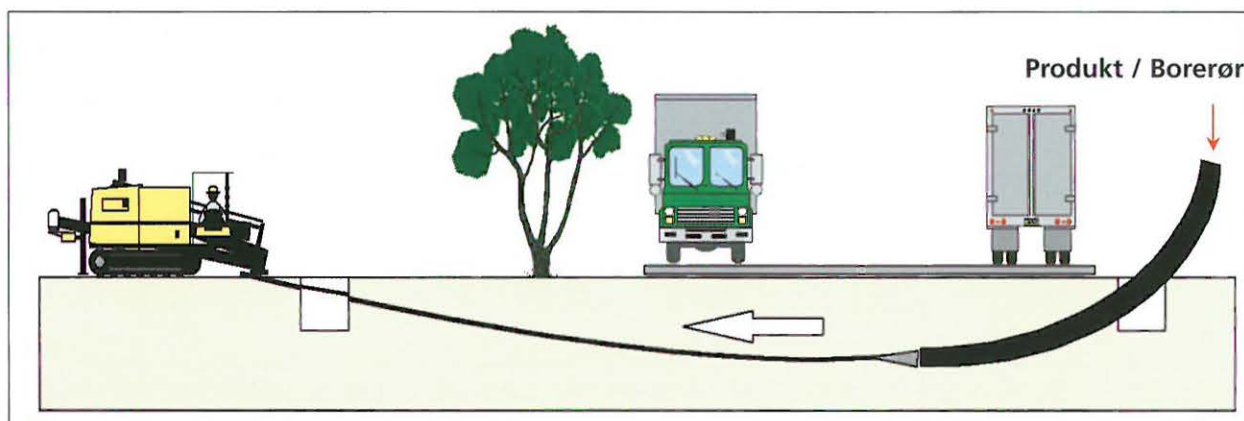
Rotation og tryk.
Ingen ændring i hældning og retning på borerøret.



Tryk uden rotation.
Ved tryk uden rotation sker retningsændring.

Borespidsen består normalt af en excentrisk placeret plade, til brug i løse og halvfast aflejringer (postglaciale og glaciale aflejringer).

Ved boring i f.eks. klippe/grundfjeld kan borekroner med diamanter eller hårdmetal anvendes. Borekronen, som er placeret i spidsen af

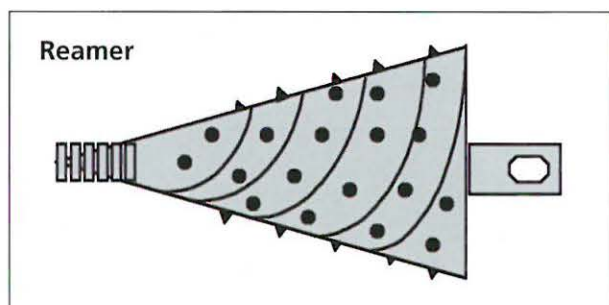


Itrækning af produktør.

borerøret, trykkes mod klippen, samtidig med at en væskedreven motor får kronen til at rotere. På denne måde skæres dele af klippen løst.

Reamning og installation af produktør

Efter at borehovedet er nået frem i modtagegruben, afmonteres borehovedet, og en reamer (udvider) monteres. Produktøret monteres på reameren med indbygget svirvel, og reamer samt rør trækkes tilbage. Reameren opborer et hul med en vis overstørrelse, der sikrer, at det løsborede materiale kan transporteres ud af boringen. Ved vanskelige jordbundsforhold samt lange og store boringer kan en forreamning af borehullet være nødvendig.



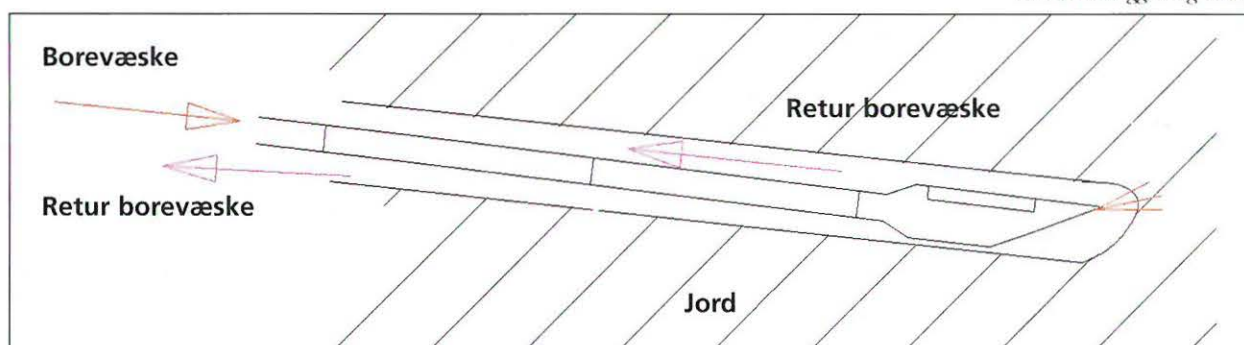
Borevæske

Under boreprocessen pumpes borevæske igennem borestænger og dyser, derved opnås følgende:

- Det overskydende jord bliver transporteret ud af borehullet
- Stænger og borehoved afkøles, idet friktionen mellem boreværktøjet og jorden nedsættes
- Borehullet stabiliseres, idet der skabes et hydrostatisk overtryk
- Der skabes en "filterkage" på indersiden af borevæggen. Denne sikrer, at der ikke mistes borevæske til den omkringliggende jord, samt at vand ikke trænger ind i boringen

Som borevæske anvendes en blanding af vand og bentonit, eventuelt tilsat additiver.

Borevæskens forløb gennem borerør og retur mellem borehuls væggen og røret.



Forholdet mellem bentonit og vand afhænger af jordbundsforholdene. Som hovedregel varierer det inden for området fra 2 kg til 40 kg pr. 1000 liter vand.

Ved udførelse af drænboringer kan anvendes en biologisk nedbrydelig polymer.

Navigationssystem

Grundlaget for styret underboring er et system, der kan bestemme borehovedets placering, retning og orientering, samt et mekanisk system, der sikrer, at operatøren kan ændre styrehovedets retning, således at dette følger det ønskede tracé.

Der findes forskellige systemer, der opfylder dette krav, og det mest anvendte er et "walkover" system, der består af en sonde, som monteres umiddelbart bag borespidsen. Denne sonde sender radiosignaler, som opfanges af en modtageboks holdt af navigatøren, der pejler borehovedet lodret under sig, netop hvor signalet er kraftigst. På denne måde kan borehovedets X-, Y-koordinater bestemmes. Samtidig kan man på modtageboksen aflæse sondens aktuelle dybde, Z-koordinaten.

Navigatøren oplysninger om dybde, hældning samt drejning af borehovedet, som videregives til operatøren på boreriggen. Han kan så følge retningsændringer under boringen. Dybde og hældning noteres på borejournal og afstemmes den teoretiske boreddybde.

Det, at radiosignalerne passerer gennem jorden, medfører en vis unøjagtighed. Unøjagtigheden øges procentuelt i forhold til dybden på sonden. Ved installation af kabeltrækrør er fejlangivelsen oftest ca. 5% eller mindre i forhold til dybden.

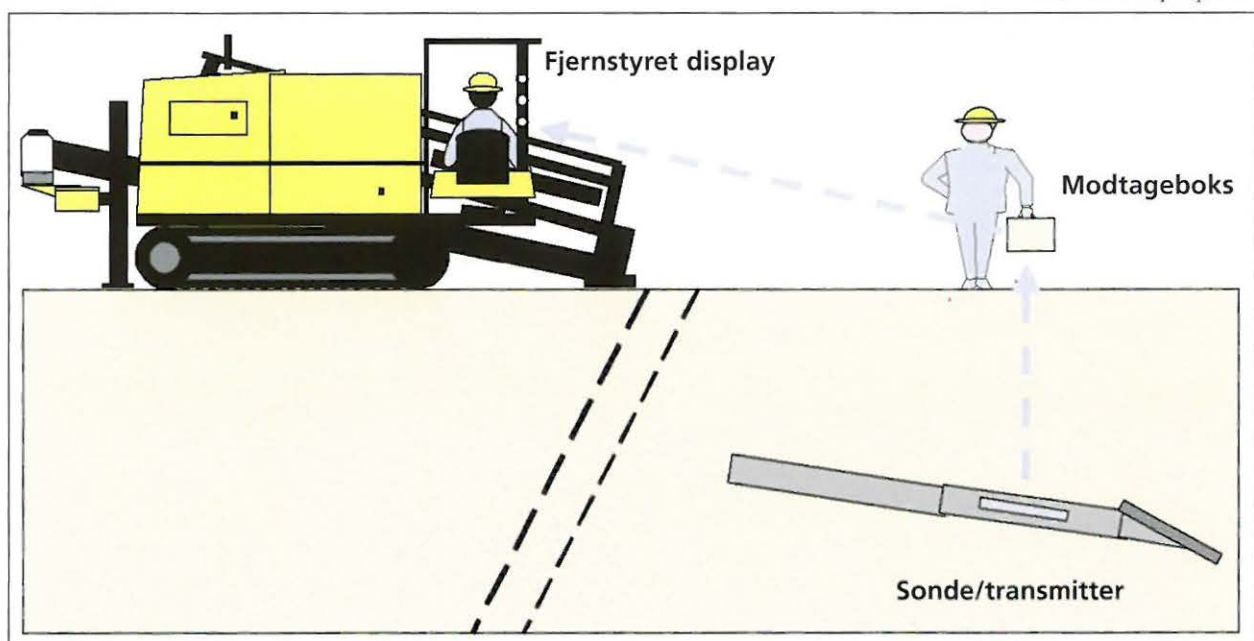
Fejlsignaler kan blandt andet opstå, når der bores i nærheden af nedenstående:

- Elkabler i jorden eller i luften
- Ledningsanlæg
- Jernbanespor
- Spunsvægge og køreplader
- Krydsning og parallelføring ved armeringsdæk samt piloteringspæle
- Saltholdigt vand

Ved større og mere komplicerede boringer såsom krydsninger af floder, fjorde og bæltter anvendes mere sofistikerede systemer for bestemmelse af pilothovedets placering og styring af spidsen. En af disse metoder benytter jordens gravitation og magnetfelt, alternativt etableres et kunstigt magnetfelt. Kommunikation mellem operatør og sonden i spidsen af borehovedet sker via et kabel, der føres tilbage til boreriggen. Her modtages så kontinuert X-, Y-, Z-koordinater samt orientering af borehovedet. Dette giver ligeledes mulighed for at styre borehovedet på stor dybde.

De traditionelle systemer har en begrænsning på omkring 15 meters dybde.

"Walkover" styresystem.



13.6 Afsluttende arbejder

Efter installation af afløbsledninger vil der som oftest skulle laves en del efterarbejde, som f.eks.:

- Tæthedsprøvning
- Brøndafslutninger – således at der sikres et fortsat glat gennemløb
- TV-inspektion som dokumentation for den færdige renovering
- Retablering af start- og modtagegruppe

13.7 Kontrol og dokumentation

En efterkontrol er en sammenligning mellem det dokumenterede udførte arbejde og entreprenørens og eventuelle kontrolinstansers kvalitetskrav og beskrivelser.

Efterkontrollen bør altid finde sted og har til formål at eftervise, at det udførte arbejde er i overensstemmelse med det aftalte.

Efter en afsluttet styret boring modtager bygherren dokumentation fra entreprenøren, som viser, i hvilken kvalitet projektet er udført. I den forbindelse er det vigtigt, at bygherren eller den rådgivende allerede i udvælgelsesfasen har sikret sig, at den forventede dokumentation kan udføres og afleveres, efter projektet er afsluttet. I udvælgelsesfasen kan bygherren og eller den rådgivende f.eks. sikre sig at følgende kan dokumenteres:

- Deklaration på de anvendte produkter/installationsmetoder
- Hvorledes forarbejder og forundersøgelser udføres
- Materialehåndteringen
- At installationsmanualer er tilstede og i anvendelse
- Hvorledes efterarbejder og efterkontrol udføres og dokumenteres
- Hvorledes den afsluttende dokumentation ser ud
- Håndteringen af udførelsmæssige afvigelser i.f.t. instruktionshåndbogen
- Reklamationsbehandlingen
- Anvendte materials indvirkning på miljøet

Såfremt ovenstående er implementeret i en kvalitetshåndbog, er bygherren/den rådgivende allerede i udvælgelsesfasen rimelig sikker på, at det udførte projekts kvalitet udførelsmæssigt kan dokumenteres på forsvarligt vis.

14.1 Indledning

Historisk set benævnes alle typer gennempresning og tunnelering som gennempresninger. Det være sig alt fra små stålørørramninger med raket efter fortrængningsprincippet over mikrotunnelering til gennempresning af store præfabrikerede elementer for f.eks. en vejunderføring under en banevold.

Gennempresning og mikrotunnelering kan opdeles i følgende 3 forskellige grupper.

- **Stålørørramning** (gruppe 1)
(Denne metode behandles separat og kun overfladisk, da den ikke rigtig hører med til den anden familie af boremetoder)
- **Gennempresning/boring af rør** (ø150-ø1000 mm) (gruppe 2a)
- **Gennempresning af rør** (> ø1000 mm) (gruppe 2b)
- **Mikrotunnelering** (gruppe 3)

Stålørørramning

Ved stålørørramning rammes et åben stålør gennem jorden ved hjælp af en hydraulisk raket. Raketten monteres bag på stålørret, og ved ramningen fortrænger rørets godstykkelse jorden.

Røret ligger nu placeret i jorden fyldt med jord. I mindre dimensioner fjernes jorden ofte ved hjælp af en højtryksspuler. I større dimensioner kan jorden også graves ud.

Den eneste form for styring for denne metode er afsætsrampen. Denne rampe bygges omhyggeligt op med den ønskede hældning. Det er ikke muligt at korrigere løbende, og denne metode er derfor meget afhængig af jordbundsforholdene. Hvis stålørret eksempelvis rammer en sten, kan dette medføre, at røret skifter retning. Denne retningsændring opdages sandsynligvis ikke, før røret kommer ud på den anden side.

Gennempresning og mikrotunnelering

Gennempresning og mikrotunnelering hører til i den samme gruppe af rørinstallationer brugt til installation af dimensioner fra 150 - 200 mm og opefter.

Gennempresning er defineret ved et system af direkte installerede rør bag et skjold, som installeres ved hjælp af hydrauliske donkrafte fra en pressegruppe. Rørene danner herved en kontinuerlig strækning i undergrunden. Rørene, som er speciel designet til at modstå kraften

fra donkraften ved installation, danner den endelige rørstreng, når udgravningsarbejdet er færdigt.

Under samme installationsteknik er mikrotunnelering defineret som værende et styrbart fjernbetjent skjold for installering af rør i dimensioner, der ikke kan betjenes manuelt. Mikrotunnelering skal ikke forveksles med traditionel tunnelarbejde. Her sker installationen af rørene i fronten, og rørene samles af skaller, der danner det endelige rør.

14.2 Anvendelsesområder

Moderne teknologi har i de senere år for begge metoder muliggjort anvendelse i stort set alle jordbundsforhold, lige fra vandmættet sand og grus, tørt eller vandmættet ler til regulær klippe, eller en blanding heraf.

Både gennempresning og mikrotunnelering er specielt velegnet til opgaver, hvor rørføringen skal danne en mireret linie, da styre- og kontrolsystemet tillader en præcis installation med stor nøjagtighed. Et af de mest brugte anvendelsesområder er gravitationsledninger, hvor ikke kun linien og niveauet er vigtigt, men også dybden. Dette medfører, at disse teknikker her ofte er mere økonomiske end traditionelle opgravninger.

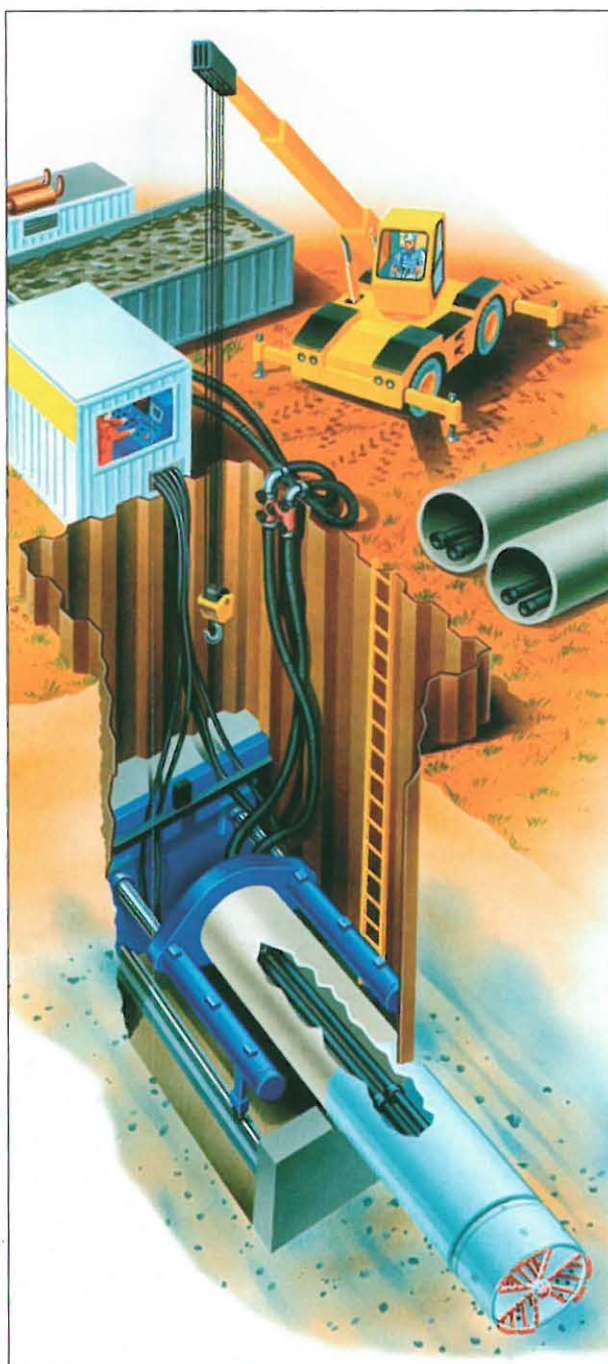
De fleste mikrotunneler går i lige linier mellem skaktene, selvom specielle systemer tillader boring i krumme linier, hvor den traditionelle laserstyring mellem startskakten og maskinen selvfølgelig ikke er mulig, hvorfor der her må benyttes alternative styresystemer.

Miljøforhold på arbejdspladsen

Det er den enkelte entreprenørs opgave at overholde de gældende lovgivninger omkring arbejdspladsen. Af eksempler, som der skal tages hensyn til, kan nævnes:

- Arbejdspladsvurdering
- Sikkerhedsorganisationen
- Plan for sikkerhed og sundhed
- Sikkerhedsforanstaltninger
- Sikkerhedsudstyr
- Velfærdsforanstaltninger
- Personlig hygiejne
- Beredskabsplan
- Håndtering af evt. jordforurening

Omkring ovenstående punkter bør man være opmærksom på, at såvel den nationale lovgivning som den stedlige myndighed har kom-



Principskitse – microtunnellering.

petencer inden for mange af de områder, som omfatter miljøforhold på arbejdspladsen.

14.3 Forundersøgelser

Den mest kritiske faktor i ethvert projekt med mikrotunnellering eller gennempresning er de geologiske forhold. En forudsætning for et vellykket projekt er en detaljeret undersøgelse af de stedlige jordbundsforhold.

Der er en risiko for at sætte en forkert type maskine til et bestemt job, hvis man ikke på forhånd ved, hvad der skal graves eller bores i. En anden vigtig faktor ved forundersøgelserne er eksisterende ledningers placering. Dette bliver mere og mere aktuelt i takt med, at antallet af ledninger og kabler stiger og med usikkerheden i deres nøjagtige beliggenhed.

For at få det bedst mulige resultat i forbindelse med brugen af gennempresning og mikrotunnellering er det vigtigt at gennemføre en omhyggelig forundersøgelse, der som minimum bør indeholde følgende:

- Geotekniske og miljøtekniske undersøgelser
- Grundvandsspejlets niveau
- Registering af ledninger og kabler og af evt. forhindringer i undergrunden
- Beliggenhed og størrelse af arbejdsgruber

14.4 Forberedende arbejde

Startgruppe

Det første krav for enten en gennempresning eller en mikrotunnel er etableringen af en startgruppe. Udformningen af startgruppen afhænger af valget af installationsmetode, dog udføres den fortrinsvis med lodrette, afstivede side- og endevægge. Den lodrette bagvæg benyttes som vederlag for optagelse af det presstryk, som er nødvendig for indpresning af den aktuelle rørledning.

Herudover muliggør de lodrette side- og endevægge en korrekt opstilling og fastholdelse af presseudstyret under hele presseforløbet. Størrelsen af pressegruben er afhængig af længden af gennempresningsrørene.

14.5 Installation

Fjernelse af overskudsjord ved gennempresning

Ved gennempresning benyttes flere forskellige udgravningsteknikker. Fjernelse af jorden ved dimensioner mindre end 1000 mm, foregår ved hjælp af en snegl, eller jorden spules ud. Ved dimensioner større end 1000 mm, er der ofte personel i fronten til at fjerne jorden. Her benyttes to metoder. Enten foregår udgravningen manuelt eller mekanisk. Den mest simple teknik er traditionel håndudgravning ved hjælp af et åbent skjold, hvor en operatør benytter sig af håndværktøj til at fjerne jorden foran skjoldet.

I vanskeligere jordbundsforhold kan man benytte en fræser eller lignende. Disse systemer

benyttes ofte, når udgravningen foregår i åben skjold i jordbundsforhold, der til en vis grad er selvbærende.

Det ideelle er, at arbejde over grundvandspejlet, men det er under gunstige jordbundsforhold også muligt at håndtere en vis vandtilstrømning ved hjælp af pumper.

Udgravet materiale kan fjernes ved hjælp af små skinnelørende vogne. Alternativt kan man benytte et transportbånd, som læsser af i en form for løftesystem i selve skakten. I sjældne tilfælde benyttes et vacuumsystem, der suger den udgravede jord ud af tunnelen.

I de tilfælde, hvor jorden ikke er selvbærende, må man benytte et lukket system. Det kan evt. gøres ved at sætte tryk på en del af tunnelen.

Fjernelse af overskudsjord ved mikrotunnelering

Der er to dominerende systemer til fjernelse af udboret jord ved boring i mindre diameter.

I selvbærende jordlag er det muligt at benytte en snegl til at fjerne udboret jord. Sneglen er opsat i en ramme i presserøret. Sneglen bærer overskudsjorden tilbage til skakten, hvor det løftes op i en lille container.

Under vanskelige jordbundsforhold eller højere grundvandsspejl benyttes et boremuddersystem.

Boremuddersystemet kræver en bentonitblanding, der pumpes ind gennem borehovedet via et rørsystem fra overfladen. Hvis nødvendigt sættes boremudderen under tryk for at opretholde trykket på gravefronten. I borehovedet blandes bentonitblandingen med det udborede materiale. Denne blanding pumpes til overfladen, hvor den bliver rensat og behandlet i en recirkuleringsenhed, der fjerner alle større partikler fra boremudderen, hvorefter den sendes tilbage gennem systemet.

Boremuddersystemet har den fordel at kunne arbejde kontinuerligt i modsætning til den sneglebaserede metode, der kræver flere arbejdsoperationer, bl.a. at alt jorden hejses op af skakten.

Modtagegrube

For at færdiggøre både en mikrotunnel og en gennempresning behøves der en modtagegrube. Dimensionerne af denne grube skal være sådan, at skjoldet fra begge systemer kan fjernes uden

problemer. Disse modtagegruber behøver ikke at være specielt stærke, da deres eneste formål er at løfte den resterende del af udstyret op.

Presseramme

Indpresningen af rør sker fra en hydraulisk presseramme, som er opstillet i pressegruben. Rammerne er designet til at styre presseniveauet på skjoldet til det enkelte projekt. Dette tryk er afhængig af de stedlige jordbundsforhold.

Styring

Styringen af gennempresningen er i de fleste tilfælde baseret på laserteknik. Denne teknik giver operatøren mulighed for præcis aflæsning af rørfrontens position, og lægningstolerancen sikres under hele forløbet ved kontinuerlig kontrol og evt. nødvendig korrektion af rørfronten både horisontalt og vertikalt. Lægningstolerancen for styring baseret på laserteknik er under normale forhold ± 30 mm.

Microtunnelling – pressegrube. Gennempresning af glasfibrerør.



Styring baseret på gyroskopi giver i modsætning til laserteknik mulighed for udførelse af rørunderføring i krum linie.

Rør

Der er mange forskellige rørtyper til installation ved hjælp af gennempresning og mikrotunnelering.

Valget er afhængig af kravet fra bygherren, jordbundsforholdene, transportomkostninger og længden af det installerede rør. Materialerne går fra armeret og uarmeret beton, glasfiber, stål, støbejern og plast.

De fleste bygherrer og rådgivere forlanger i forbindelse med mikrotunnelering og gennempresninger, at leverandøren er certificeret i henhold til ISO9002.

Et af de vigtigste punkter i kvaliteten af rørene er rørfrenten. Hvis rørfrenten ikke er fuldstændig vinkelret på røret, får man et skævt tryk i røret med spændinger og evt. brud i røret til følge.

Ud over denne kvalitetssikring på rørene skal der ved opsætning af rørene ilægges specielle gummiringe mellem rørene, dels for bedre at fordele trykket på rørene på hele rørfrenten, dels for at tætte for evt. indtrængen vand.

Rør til mikrotunnelering og gennempresning har samme diameter på hele røret i modsætning til traditionelle rør, der er tykkere ved samlingerne. Dette er vigtigt for at holde en lav friktion på røret under hele gennempresningen.

Rørlængder varierer i forhold til de forskellige systemer. De mest almindelige længder er mellem 1,0 og 2,0 meter. Det dyreste ved røret er samlingen, så brug af længere rør nedsætter omkostningerne. Dette skal så holdes op mod nødvendigheden af en evt. større skakt.

Smøring

De to største kræfter, som skal overvindes, når rør skal presses gennem undergrunden, er vægten af rørstrækningen og friktionen mellem røroverfladen og undergrunden, når røret bevæger sig. Friktionen øges med diameteren på røret, da en større diameter medfører en større overflade på røret.

Indførelsen af smøring ved hjælp af en bentonitblanding kan nedsætte denne friktion betydeligt.

Bentonitblandingerne er specielt sammensat, så de passer til de forskellige jordbundsforhold. F.eks. kræver det en tykkere blanding i mere grusede materialer, hvor boremuddret har lettere ved at forsvinde i porevolumet, end i ren ler, hvor en meget tynd blanding nok vil være at foretrække.

Boremuddret pumpes gennem tunnelrøret i rør og injiceres gennem rørvæggen ved hjælp af små borede huller langs hele omkredsen.

Injektionen er normalt styret centralt fra en mixerstation ved siden af pressegruben. I dag er injektionen af boremudder ofte computerstyret, så man kan kontrollere mængden og trykket ved hver enkel injektionsdyse. Dette gør, at man kan opretholde et optimalt tryk på hele strengen og derved spare ikke kun overflødeligt boremudder, men også den kraft, der skal fremdrive rørstrengen.

14.6 Afsluttende arbejder

Efter selve installationen vil der som oftest skulle laves en del efterarbejde som f.eks.:

- Tæthedsprøvning
- Brøndafslutninger – således at der sikres et fortsat glat gennemløb
- TV-inspektion som dokumentation for den færdige renovering
- Retablering af start og modtagegruppe

14.7 Kontrol og dokumentation

En efterkontrol er en sammenligning mellem det dokumenterede udførte arbejde og entreprenørens og eventuelle kontrolinstansers kvalitetskrav og beskrivelser.

Efterkontrollen bør altid finde sted og har til formål at eftervise, at det udførte arbejde er i overensstemmelse med det aftalte.

Efter en afsluttet gennempresning eller mikrotunneling modtager bygherren dokumentation fra entreprenøren, som viser, i hvilken kvalitet projektet er udført. I den forbindelse er det vigtigt, at bygherren eller den rådgivende allerede i udvælgelsesfasen har sikret sig, at den forventede dokumentation kan udføres og afleveres, efter renoveringsprojektet er afsluttet. I udvælgelsesfasen kan bygherren og eller den rådgivende f.eks. sikre sig, at følgende kan dokumenteres:

- Deklaration på de anvendte produkter/ installationsmetoder
- Hvorledes forarbejder og forundersøgelser udføres
- Materialehåndteringen
- At installationsmanualer er tilstede og i anvendelse
- Hvorledes efterarbejder og efterkontrol udføres og dokumenteres
- Hvorledes den afsluttende dokumentation ser ud
- Håndteringen af udførselsmæssige afvigelser i.f.t. instruktionshåndbogen
- Reklamationsbehandlingen
- Anvendte materials indvirkning på miljøet

Såfremt ovenstående er implementeret i en kvalitetshåndbog er bygherren/den rådgivende allerede i udvælgelsesfasen rimelig sikker på, at det udførte renoveringsprojekts kvalitet udførelsesmæssigt kan dokumenteres på forsvarligt vis.

NO-DIG Håndbogen.

Forslag til rettelser til afsnit 15. Brøndrenovering.

15.3 Brøndrenoveringshåndbogen.

Da Brøndrenoveringshåndbogen ikke revideres mere bør man overveje at lade hele dette afsnit udgå. Man bør dog drøfte dette i "SSTT-Dansk arbejdsgruppe" regi. Afsnittet kan sløjfes isoleret.

15.5 Opmåling og registrering af brønde.

Teksten fra "Den visuelle vurde tiludføre reparationer og renoveringer", skal udgå, da firmaet ikke mere leverer den slags opmålinger.

15.7 Metoder.

1. afsnit, teksten : "Mere specifikke oplysninger de udførende firmaer.", skal udgå.

Strømpemetoden.

Teksten ændres til : "Det er muligt at foretage en renovering af den lige del af brøndskafet ved at ilægge en strømpe. Metoden svarer fuldt ud til strømpeforing af en hovedledning. Metoden vil være forholdsvis dyr, og vil derfor kun kunne anbefales i særlige tilfælde, f.eks. ved meget dybe brønde, eller ved brønde, der truer med at styrte sammen, og hvor en sammenstyrtning vil have afledte konsekvenser."

Skaller eller elementer.

3. afsnit "Brøndbunden renoveres en helt ny betonbund", sløjfes.

Resten af teksterne synes at være i orden.

Det må dog konstateres, at udviklingen på brøndområdet synes at være stagneret. Efterspørgslen hos bygherrerne er formentlig så lille, at entreprenørerne ikke bruger ressourcer på at udvikle nye metoder. Det er også ærgerligt, at den af Tunetanken specialdesignede strømpe til brønde tilsyneladende er udgået af markedet.

Med venlig hilsen
Gunnar Hansen
anlægs- og driftschef
Kolding Kommune.

15.1 Indledning

Et afløbsanlæg er et infrastruktursystem, der transporterer spildevand og overfladevand fra kilden og frem til behandling på renselanlæg eller til udledning i recipienter mv.

Transportsystemet består traditionelt af ledninger, stikledninger, brønde og en række mere specielle komponenter som pumpestationer, bassinanlæg, overløbsbygværker mv.

I Danmark findes der ca. 1.600.000 brønde på afløbssystemet. Mange af disse er i en dårlig stand, hvilket medfører, at de er utætte, hvorved der foregår såvel udsivning af spildevand til skade for miljøet, som indsivning af grundvand, hvilket belaster både pumpestationer og renselanlæg.

Erfaringen siger, at 6 - 8 % af disse brønde bør renoveres indenfor en meget kort årrække, og at der bør ske en planlagt vedligeholdelse og renovering af de resterende brønde, set over nettets levetid.

Der har i de senere år været en stigende interesse for renovering af brønde, men denne del af afløbssystemet står renoveringsmæssigt stadigvæk tilbage set i forhold til hovedledninger og stikledninger.

15.2 Anvendelsesområde

De senere år er der arbejdet meget med at udvikle og forbedre renoveringsmetoderne for brønde på afløbssystemet, hvilket har resulteret i en række færdigudviklede metoder, der står til disposition for ledningsejerne. Udviklingen er fortsat i gang, og det forventes i de kommende år, at der fremkommer nye og forbedrede metoder til at sikre brøndenes tilstand.

15.3 Brøndrenoveringshåndbogen

I 1997 udkom en håndbog "Metoder til Brøndrenovering" (se referencer). Håndbogen blev fremstillet i et samarbejde mellem en række danske kommuner og erhvervsvirksomheder med støtte fra Erhvervsfremmestyrelsen. Bogen og dens distribution er efterfølgende overdraget til SSTT.

Håndbogen giver en oversigt over eksisterende renoveringsprodukter på brøndområdet med tilsvarende adresseliste over leverandører og entreprenører. Håndbogen giver desuden

hjælp til at klassificere brøndene i forhold til skadesbilledet, for derved at kunne finde frem til den optimale renoveringsmetode i det konkrete tilfælde.

I håndbogen er alle metodebeskrivelser beskrevet ud fra følgende disposition:

- Materialer
- Udførelse
- Materialeegenskaber
- Miljøvurdering
- Tekniske data
- Produktvurdering
- Resistens
- Godkendelser
- Referencer

"Metoder til brøndrenovering" giver et godt overblik over kendte renoveringsmetoder m.v., og kan rekvireres ved henvendelse til SSTT på www.sstt.dk.

15.4 Renovere eller sløjfe?

Ved ethvert kloakfornyelsesprojekt bør man overveje i hvilken udstrækning, eksisterende brønde bør renoveres og eventuelt sløjfes.

Der er i de senere år udviklet en række værktøjer og metoder til inspektion, drift og vedligeholdelse af kloakanlæg, som gør, at der ikke er nær det behov for brønde, som der tidligere har været.

Af arbejdsmiljømæssige og sikkerhedsmæssige årsager, bør tilstræbes, at der i så få tilfælde som mulig sendes mandskab fysik ned i brøndene.

Brønde er dog fortsat absolut nødvendige for at kunne inspicere og vedligeholde et afløbssystem, men ovennævnte udvikling har gjort, at det i mange tilfælde er fornuftigt og forsvarligt med større afstand mellem brønde end man tidligere anvendte, og en kritisk gennemgang og vurdering af et afløbssystem vil ofte føre til, at der kan sløjfes et antal brønde i de fleste områder.

Hydraulisk betragtet udgør de fleste brønde en form for enkeltmodstand, og er derfor med til at nedsætte kapaciteten og driftssikkerheden i et afløbssystem. Dette forhold bør ligeledes indgå i overvejelserne.

15.5 Opmåling og registrering af brønde

Enhver kloakforsyning bør have en oversigt over sit afløbssystem, herunder en registrering og nummerering af alle brønde.

I forbindelse med kloaksaneringsopgaver bør der foretages et eftersyn og en klassificering af alle brønde. Dette kan ske ved visuel vurdering gennem TV-inspektion og ved hjælp af digitale opmålingsværktøjer.

Den visuelle vurdering, eventuelt suppleret med TV-kontrol, er almindelig brugt, men der er i dag mulighed for med et specielt udviklet opmålingsudstyr at foretage en digital registrering af brønde, således at der opnås et fuldstændigt 3-dimensionalt billede af brønden, incl. bund og banketter, skader mv.

Registreringen kan umiddelbart overføres til en driftsdatabase, og giver dermed et godt grundlag for at vurdere brøndens tilstand og på denne baggrund planlægge og udføre reparationer og renoveringer.

Brøndene bør klassificeres ud fra en ensartet skala. Klassificeringen kan gradinddeles efter behov. Den simpleste metode er at anvende betegnelserne: god, middel og dårlig, idet dårlig er ensbetydende med, at brønden bør renoveres snarest, mens middel betyder, at brønden bør holdes under observation.

Neden for er vist en opstilling, hvor der i én arbejdsgang foretages opmåling og registrering af en brønd.



Eksempel på opmåling og registrering af brønd i en arbejdsgang.

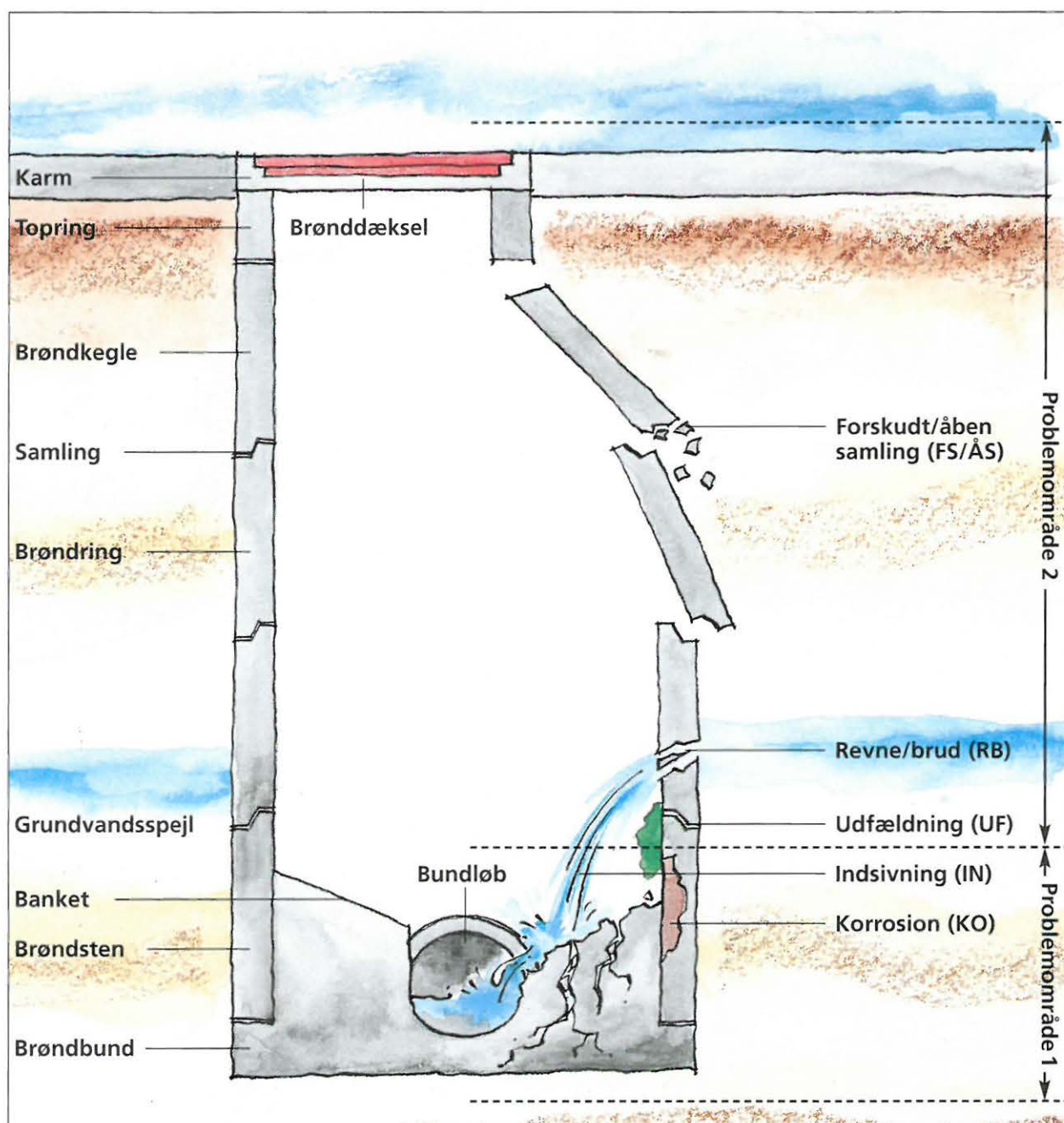
15.6 Brøndobservationer

En brønd kan opdeles i 2 områder nemlig brøndbunden og brøndskafet, idet observationstyperne i de 2 områder ofte er af forskellig karakter. Renoveringsindsatsen ved en sådan opdeling kan efterfølgende prioriteres efter skadens omfang og lokalisering i brønden.

På nedenstående tegning vises en standard brønd. I venstre side er angivet brøndens delelementer, og i højre side vises en række almindelige problemer ved det enkelte delelement.

Ved gennemgangen af en brønd bør opmærksomheden henledes på følgende observationstyper:

- Indsivning
- Korrosion
- Udfældning
- Forskudte samlinger
- Revner og brud
- Defekt/ingen bund
- Manglende banketter
- Dårlig strømningsforhold
- Aflejringer
- Defekte stigetrin
- Dårligt dæksel



Nogle typer af observationer findes i hele brønden, mens andre kun berører dele af den, f.eks. vil korrosion typisk angribe den del af brønden, som er over vandspejlet.

Andre problemer findes typisk i begrænsede områder af brønden, f.eks. vil utætheder oftest forekomme i forbindelse med samlinger i brønden.

De almindeligt forekommende typer af brøndobservationer er beskrevet nedenunder opdelt efter placering i brønden.

Problemerne er ofte koncentreret i den nederste del af brøndene, da de kritiske punkter i en brønd ofte er overgangen mellem rør og brønd samt selve brøndbunden.

Der forekommer 2 hovedproblemer i en brønd, nemlig ind- og udsivning samt svækkelse af styrken. I begge tilfælde er problemernes størrelse bestemt af omfanget af de skadevoldende årsager. Indsivning øger vandmængden, og hvis der samtidig er forringede hydraulik i brønden på grund af nedbrydning, bliver kloaksystemets kapacitet reduceret.

Observationstype	Brøndbund inkl. banket	Brøndring og -kegle
Korrosion KO	Svovlbrinte angriber over vandspejlet. Bunden kan derfor være intakt, samtidig med at den resterende del af brønden er udsat for korroderende angreb.	Korrosion opstår ofte i brøndens væg ved, at der udvikles svovlbrinte i afløbsnettet. Svovlbrinte angriber og nedbryder betonkonstruktioner. Udover svovlbrinte, som er den hyppigste årsag, kan korrosion også forårsages af kuldioxid.
Revner/brud RB	Revner/brud opstår typisk som følge af dårlig etablering, materialer og/eller ydre påvirkninger. Resultatet er utætheder. Afhængigt af omfanget og placering vil brøndens styrke og funktionalitet blive svækket.	Revner/brud opstår typisk som følge af dårlig etablering, materialer og/eller ydre påvirkninger, hvilket kan medføre utætheder. Afhængigt af omfanget og placering vil brøndens styrke og funktionalitet blive svækket.
Forskudt samling FS	Forskudte eller åbne samlinger opstår på samme måde som revner/brud. Brøndens styrke svækkes ikke væsentligt, men der opstår utætheder.	Tilløbsledninger over brøndbund er ofte af mindre dimensioner, så funktionsfejl for disse ledninger vil kun medføre lokale gener.
Udfældning UF	Udfældning er ofte resultatet af påvirkninger fra aggressivt grundvand. Betonens indhold af kalk bliver udvasket, hvorved utætheder opstår, og konstruktionen svækkes.	Da grundvand er en forudsætning for udfældning, er grundvandspejlets højde bestemmende for omfanget af udfældninger og for, hvor højt i brønden de forekommer.
Indsivning IN	En forudsætning for indsivning er utætheder samt grundvand. Alle ovennævnte problemer kan medføre indsivning. Utæthederne medfører typisk større tilløb til renseanlæg, hvis effektivitet derfor nedsættes. I områder uden grundvand vil spildevand kunne sive ud af brøndene.	Grundvandspejlets højde er bestemmende for omfanget af indsivninger og dermed også for hvor højt oppe i brønden, indsivning forekommer.

BRØNDRENOVERING

Brøndejerne kan med fordel opdele brønde efter problemtype og problemernes sværhedsgrad, ligesom sammensætningen af de forekommende problemer også bør inddrages i klassificeringen.

Ved vurdering af hvornår og hvordan den enkelte brønd skal renoveres, bør der prioriteres efter følgende parametre:

- Brøndens styrke (fare for sammenstyrtning)
- Brøndens kapacitet (flow)
- Bundens tæthed
- Brøndringenes (skaftets) tæthed
- Korrosionsbeskyttelse
- Topringe/dækslers tilstand

Skadesbilledet i den enkelte brønd vil variere fra brønd til brønd, hvorfor renoveringsmetoden skal tilpasses den aktuelle situation. Ofte må man anvende flere metoder samtidig.

15.7 Metoder

I det efterfølgende gives en oversigt over de forskellige principper for renovering af brønde.

Mere specifikke oplysninger kan findes i "Håndbog for Brøndrenovering" eller ved henvendelse til de udførende firmaer.

Den traditionelle metode

Denne metode består i, at en "almindelig" håndværker/entreprenør renoverer brønden med kendte håndværksmæssige metoder. Entreprenøren starter normalt med at hugge dårlige partier væk, blander en hurtigtørrende mørtel og udbedrer de dårlige partier. Hvis bundrender og banketter skal repareres, skal brønden tørlægges.

Ved omhyggelig udførelse, valg af rigtig mørtel og en absolut tørholdelse af brønden kan denne metode give rimelige resultater. Ved grundvandsindsivning kan det være svært at opnå en tilstrækkelig kvalitet. Dog kan man her hjælpe på processen ved at sænke grundvandet ved brønden ved hjælp af 1 eller 2 sugespidsler eller ved placering af et passende antal drænhuller, der tager vandtrykket, indtil brønden er repareret. Bagefter lukkes drænhullerne med en prop.

Denne metode anvendes sjældent, når en brønd skal totalrenoveres, men anvendes som en delvis renovering eller reparation. Metoden kan give de ønskede resultater, men afhænger af den håndværker, der udfører arbejdet.

Strømpemetoden

Der findes i dag på markedet en glasfiberstrømpe, som er speciel designet til brøndrenovering. Denne strømpe kan på grund af sin særlige opbygning tilpasses keglens facon, og kan i en vis udstrækning tilpasse sig bundrender og banketter. Metoden giver en renovering af hele brønden i en arbejdsdag.

Skaller eller elementer

På markedet findes flere produkter, hvor der monteres skaller eller delelementer på brøndsiderne og i en vis udstrækning også på kegler og på banketter. Når disse elementer er fysisk fastgjort, foretages der en udfyldning af hulrummet med speciel mørtel, skum eller tilsvarende produkter.

Skallerne eller elementerne kan bestå af f.eks. polyester, glasfiberarmeret polyester, polyethylen eller pvc mv.

Brøndbunden renoveres tilsvarende med skaller eller rørskåle, der placeres i en mørtel, eller ved der alternativt udstøbes en helt ny betonbund.

Metoden er normalt ret dyr og besværlig, men kan navnlig ved store og specialkonstruerede bygværker være den eneste løsning, når der ses bort fra mere traditionelle beton- og murværksreparationer.

Brøndindsatser

Denne metode går ud på at opbygge en mindre brønd inden i den eksisterende brønd.

Normalt fjernes den eksisterende brøndbund, hvorefter der monteres en 315-600 mm pvc eller PE-brønd, der tilsluttes ledningsnettet med sædvanlige passtykker.

Herefter fyldes hulrummet mellem brøndindsatsen og den gamle brønd med beton eller mørtel, og toppen tilpasses enten med udstøbning under det eksisterende dæksel, eller ved at man monterer et nyt dæksel svarende til den nye brøndstørrelse.

Fordelene ved denne metode er, at der opnås en ny, fuldstændig tæt brønd. Ulempen er, at brønddimensionen reduceres. Metoden kan kun bruges, hvor brønden har et lige gennemløb og kan ikke anbefales ved store brønd-dybder.

BRØNDRENOVERING

Injicering

Denne metode anvendes ved utætte brønde og fungerer ved, at samlinger og hulrum udenfor brøndvæggen injiceres ved under højt tryk at presse ekspanderende mørtel ud gennem utæthederne eller gennem et antal til formålet borede huller.

Efterfølgende foretages den nødvendige renovering af brøndsider og brøndbunde.

I nogle tilfælde har det vist sig som en god ide at starte med at injicere polyurethanskum ud igennem utæthederne, indtil vandindtrængningen er stoppet. Efterfølgende presses mørtel eller epoxy ud gennem de borede huller. Denne metode sparer på den dyre ekspanderende mørtel, idet den forholdsvis billige skum skal udfylde diverse hulrum. Mørtelen, der presses ud bagefter, presser skummet sammen og danner den permanente lukning af utæthederne.

Sprøjtemetoder

Disse metoder fungerer ved, at der under stor tryk sprøjtes et lag mørtel på brøndenes inderside. Herved opnås såvel styrke som tæthed i brønden. Metoderne er i en del tilfælde så veldefinerede, at der kan foretages én egentlig dimensionering af styrken.

Der anvendes såvel cementmørtler som epoxymørtler og mere fleksible polyurethan produkter til formålet.

Mørtelen hærder normalt uden bearbejdning af overfladen og danner en let bølget, men meget glat overflade. Disse metoder tætnet brøndkonstruktionen, og giver gode hydrauliske forhold, ligesom brøndoverfladerne er lette at holde rene.

Metoderne er nemme at arbejde med, og kan anvendes ved totalrenovering af brøndene.

15

UDFØRELSESMETODER

6

16.1 Indledning

Udviklingen af IT-infrastrukturen er i dag et betydningsfuldt emne i mange lande. I Skandinavien er vi set med internationale øjne langt fremme med telekommunikationstjenester. Der satses mange målrettede kræfter på den fortsatte udvikling. I Sverige har de en vision om at kunne stå med et færdigt udbygget net med fast internettilslutning og min. 5 Mbit/s til alle. De fleste svenske kommuner udbygger i dag deres lysledernet. I dag bygges de såkaldte backbone-net (bynet), områdenet (bydelsnet) og adgangsnet/access-net med succes med redundans og som åbne net. Med åbne net tilbydes bynet med fuld åbenhed og adgang for alle leverandørers udbud.

16.2 Anvendelsesområder

Anvendelse af afløbssystemet som kabelføringsvej kan i visse tilfælde være fordelagtig i områder, hvor opgravning er forbundet med store omkostninger og gener. Primært i større byer, hvor der i mange centrale bydele er så lidt plads, at det ikke er muligt at nedgrave nye kabler uden meget store gener for omgivelserne.

Afløbssystemet har en forventet levetid på mellem 60 og 100 år, mens levetiden for telekabler er på omkring 20 år. Disse levetider medfører, at det er ønskeligt, at kabler monteret i afløbssystemet kan fjernes helt ved udløb af deres levetid.

Metoden må betragtes som et supplement til andre alternative kabelføringsmetoder, idet afløbssystemets hierarkiske træstruktur ikke opfylder det behov for ringstruktur, der normalt kræves af et netværk for telekommunikation.

Driften af afløbssystemerne kan påvirkes betydeligt, når der føres kabler i ledningerne, hvorfor der i det enkelte projekt altid bør foretages en vurdering af fremtidige driftstiltag.

Erfaringerne med anvendelse af metoden er begrænset i sammenligning med traditionelle lægningsmetoder og er primært anvendt i udenlandske storbyer i Europa, USA, Canada og Japan. I Danmark er metoden anvendt i København og Ishøj i forbindelse med mindre projekter.

Generelle forudsætninger

Brøndene skal have en diameter på minimum 1 m for de metoder, hvor kablet fastgøres i ledningen af en robot. Brønde, der er mindre, kan kun anvendes, hvor ledningen lægges løst i bunden af ledningen uden fastgørelse.

For de destruktive fastgørelsesmetoder, dvs. metoder, der baseres på boring i rørvæggen og efterfølgende fastgørelse af kabler, er der endnu ikke udviklet effektive løsninger for tyndvæggede rørtyper, dvs. plastrør eller strømpeforinger. Det må dog forventes, at en kombination af ekspansion og en egnet limtype vil kunne løse dette forhold.

Uegnede ledninger

Nedenfor er angivet forhold, der medfører, at afløbsledninger er uegnede som kabelværter:

- Beskadiget ledninger skal først renoveres eller fornyes
- Ledningerne skal have en dimension større end 200 mm
- Trykledninger, idet de generelt har en relativ lille dimension og stor vandhastighed med megen turbulens, hvilket kan udgøre en risiko for kablerne
- Tilløbsledninger til pumpestationer, idet der på disse strækninger kan være store variationer i vandføring og vandstand på grund af pumpernes virkemåde. Denne variation kan vise sig uheldig for visse former for montering af kabler
- Stikledninger har normalt en lille dimension med mange retningsændringer. Her er der en overvejende risiko for et stort antal forstoppelser, hvis stikledninger forsynes med kabler

Reduktion af ledningens vandføringsevne

Etablering af kabler i afløbssystemet reducerer ledningstværsnittet og dermed ledningens kapacitet.

Placeringen kan endvidere give anledning til driftsforstyrrelser i afløbssystemet, hvis kablerne ikke er monteret hensigtsmæssigt, eller er monteret i ledninger, der af hydrauliske eller driftsmæssige hensyn ikke er egnede.

Det må forudsættes, at der skal laves kapacitetsvurderinger for de enkelte ledningsstrækninger, før det kan vurderes, om kapaciteten er tilstrækkelig til at etablere kabler i rørene.

Såfremt materiale først hænger fast i kablerne, vil der hurtigt ske en ophobning af yderligere materiale med mulighed for en egentlig tilstopning af ledningen. Dette vil specielt ske, såfremt kablet blot hænger en smule ned i tørvejsafstrømningen.

En forkert montage af udstyr i brønde kan give meget stor hydraulisk kapacitetsnedsættelse i brønden.

En meget stor vandhastighed kan i kombination med løse kabler give problemer, idet kabler kastes rundt i den turbulente vandføring. Dette forhold kendes fra Tokyo, hvor det er observeret, at kabler i sådanne ledninger slides hurtigt.

16.3 Monteringsmetoder for kabler i kloakker

Telekabler forventes at have en fysisk levetid på omkring 20 år, men den teknologiske udvikling vil medføre, at kablerne kan blive forældede rent teknologisk før dette tidspunkt. Det anbefales under alle omstændigheder at anvende fibre af bedste kvalitet, så teknologisk opgradering vil være mulig.

En fejl på et lyslederkabel på en ledningsstrækning vil ikke kunne repareres, men medfører en udskiftning af kablet mellem 2 brønde.

Montering af kabler i afløbssystemet kan gøres med en hastighed på op til ca. 300 m. pr. dag.

Kabler placeret løst i bund af ledning

Den enkleste måde at lægge kabler i en afløbsledning er at lægge kablerne løst i bunden og blot sikre vedhæftning ved brøndene, så kablet ikke skaber forstoppelse ved brønden. Kablerne skal være af den armerede type, da de skal være modstandsdygtige overfor gnave. Kablet vil have en tendens til at samle aflejringer og derved skabe risiko for, at der opstår forstoppelse i ledningen. Dette er især gældende for spildevandsledninger og ledninger i fællessystemer.

Erfaringer fra Ishøj og til dels fra Københavns kommune bekræfter dette.

Kabler fastgjort til bund af ledning

Hvis kabler skal ligge på bunden af kloakledningen, anbefales det bl.a. fra Japan, at kablerne fastgøres til bunden. Dette er især relevant for ledninger med store regnvandstilfødelser, hvor vandhastigheden kan blive høj.

Når vandhastigheden er høj, opstår der turbulens, så ledningen kan blive kastet fra side til side i bunden, hvis den ikke er fastgjort. En sådan situation vil skabe et slid på kablet, som kan undgås, hvis ledningen er fastgjort til bunden. Tilløb fra stikledninger vil også kunne give et bidrag til sliddet.

Kabler fastgjort til top af ledning

Der er udviklet system, der er baseret på, at et stålarmert kabel fastgøres med clips til toppen af ledningen. Fastgørelsen udføres ved hjælp af en robot, der er specielt udviklet til arbejdet. (Nedenstående foto viser robotten).

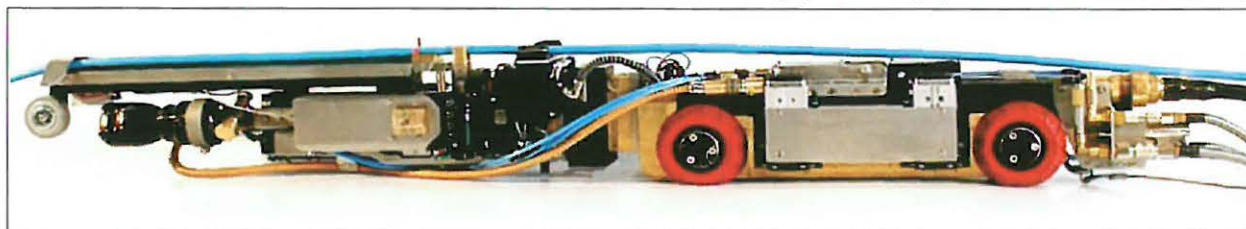
Fastgørelsen sker ved, at robotten borer et 15 mm dybt \varnothing 6 mm hul i rørvæggen. Derefter fastgøres kablet ved, at en plastkrog presses omkring kablet og op i hullet. Der monteres kroge pr. 1-1,5 m.

Ved montering kan et sjak med en robot montere ca. 300 m kabel pr. dag. Robotten kan arbejde i rør med dimension 200 mm og opfter. Det er dog i Berlin valgt ikke at montere i rør mindre end 250 mm af hensyn til risiko for kapacitetsoverskridelse.

Monteringen kan med denne metode foretages i alle kendte rørmaterialer. I tyndvæggede materialer som plast og linning bores og limes krogene fast. I tykvægget materiale bores der for, og krogene sættes fast og bliver siddende ved friktion. Metoden har været testet ved spuling, hvor der har været anvendt 400 bar.

Der er ikke rapporteret om lignende erfaringer med montering i tyndvæggede rør.

Robot til montering af kabler i top af kloak. Kilde: Robotics Cabling



Kabel bag strømpeføring

En variant af metoden består i, at der efter montering af kabel udføres en traditionel strømpeføring. Det er påvist, at strømpeføringens temperatur kan holdes så langt nede under hærdeningen, at kablerne ikke bliver beskadiget. Det kræver blot, at hærdeningstiden forlænges.

I Berlin er det eftervist, at den statiske styrke af strømpeføringen er tilstrækkelig, selv når den bliver udsat for krumninger som følge af, at der ligger kabler monteret i toppen af ledningen.

Metoden er af prismæssige grunde kun aktuell, hvor det i forvejen er besluttet at udføre en strømpeføring.

En variant af denne monteringsteknik vil være at lime kablet fast til toppen af ledningen før renovering med strømpeføring.

Miniduct fastgjort i top af ledning bag strømpeføring

En anden variant er en løsning, hvor der monteres en miniduct (et foringsrør) i forbindelse med strømpeføringen. Miniducten tjener dels til at beskytte kablet mod opvarmning, dels til styring af kablets placering. Fordelen ved denne metode er, at kablet kan udskiftes ved blot at trække et nyt gennem foringsrøret.

Kabler fastgjort ved brønd og udspændt langs top af ledning

En anden monteringsteknik er baseret på, at der trækkes et kabel gennem afløbsledningen.



Kablet fastgøres ved brønden og strammes op, så det hænger udspændt langs toppen af ledningen mellem to brønde.

Metoden har den fordel, at det er billigt og hurtigt at montere.

Kabler i føringsrør fastgjort i top af ledning

Til kabler i føringsrør er der udviklet et system, hvor der monteres stålføringsrør i clips i toppen af ledningen. Disse stålføringsrør bliver forsynet med kabler, som ikke behøver at have en stålkappe, da de bliver beskyttet af føringsrør.

Metoden er videreudviklet i Hamborg, hvor der blev monteret 30 km kabel med robot.

Forudsætningen for, at metoden kan bringes i anvendelse, er, at der kan gives adgang for roboten gennem en $\varnothing 1000$ mm brønd.

Første skridt i montagen er en spuling af ledningen. Herefter TV-inspiceres for at vurdere, om der er skader, som skal repareres, før kabling kan udføres og for at vurdere, hvor kablet skal monteres.

Robotten fastgør rustfri stålringe pr. 1-1,5 m i ledningen. Stålringene fastgøres ved, at de kiles fast mod rørvæggen. Der er altså ikke tale om at bore eller sømme ringene fast.

På stålringene sidder der et antal clips (op til 9), og efter der er trukket et antal føringsrør igennem ledningen, fastgør robotten føringsrørene til disse clips, så føringsrørene sidder fast i toppen af ledningen.

Stålring med clips og fastklipsede kabler til montering i afløbsledning. Kilde: Alcatel



Til sidst blæses fiberoptiske kabler gennem føringsrør og fastgøres i brøndene.

Robotten kan montere kabler i ca. 100 m ledning pr. arbejdsdag.

Systemet har været testet med spuling op til 150 bar, uden at der er observeret skader, hverken på monteringen eller på kablerne.

Alt det anvendte stål er syrefast, rustfri stål. Alle fittings og rør kan demonteres, hvis det ønskes.

Der findes desuden en ny teknik til kanalføring i afløbs- og brugsvandsnettet, som de svenske kloak- og vandmestre har vist stor interesse for. Metoden går ud på at udnytte fordelene ved NO-DIG-teknikken ved anvendelse af strømpeforinger.

Foringen forberedes med kanaler fra fabrikken og imprægneres på normal vis. Ved installationen anvendes den normale krængnings- og hærkningsteknik, og slutresultatet er en ny selv-bærende ledning inklusive kanaler til lyslederkabler.

16.4 Vurdering af de forskellige monteringsmetoder

På næste side gives en samlet vurdering af de beskrevne metoders fordele og ulemper.

16.5 Drifts- og vedligeholdelsesforhold

Det vurderes, at afløbsledninger, hvor kabler er monteret i toppen af røret, vil have mindre risiko for forstoppelse, end ledninger, hvor kablerne ligger i bunden.

I driftssituationen anvendes spuling, rodkæring og mekaniske rensemetoder. Af disse er det kun spuling, der med sikkerhed kan anvendes, hvis der er monteret kabler i ledningerne.

Cracking, kortrørsforing eller relining, herunder strømpeforinger, hvor afhærdningen sker med varme, vil ikke kunne anvendes til renovering af kloakledninger med ilagte kabler.

Der må forventes at blive behov for en forøget vedligeholdelse af afløbssystemet, hvis der monteres kabler i ledningerne. Ligeledes må det forventes, at visse vedligeholdelsesomkostninger for kabler vil blive forøget.

16.6 Vejledning i anvendelse

Det anbefales at anvende afløbssystemet som kabelvært under forudsætning af:

- at lægning af kabel løst i bund med fastgørelse ved brønd kun anvendes i ledninger der udelukkende anvendes til regnvand
- at fastgørelse i top af ledning – enten ved klipsning, ved installering af føringsrør eller ved udspænding – anvendes, hvor kabler anbringes i spildevands- og fællesledninger
- at ingen af de ovennævnte metode anvendes i dimensioner mindre end 200 mm. Anvendelsen af dimensioner mindre end 250 mm bør vurderes i detaljer, før anvendelse sker i større omfang
- at der ikke trækkes kabler i stikledninger, da disse typisk har dimensioner mindre end 200 mm. Disse kabler foreslås i stedet nedgravet eller underboret
- at der anvendes kabler fastgjort i top af ledning bag en strømpeforing, hvor der i forvejen er planlagt relining af den aktuelle strækning
- at det løbende vurderes, om der fremkommer nye metoder til montering af kabler i afløbssystemet, som vil være egnede

Vurdering af fordele og ulemper ved forskellige monteringsmetoder.

Metode	Fordele	Ulemper
1. Kabler lagt løst i bunden af ledning.	Nemmeste og billigste metode. Kablet kan let fjernes ved vedligeholdelsesarbejder. Kræver ikke anvendelse af robot.	Kan hindre fri gennemstrømning i kloak – især i spildevands- og fællesledninger. Øgede omkostninger til spuling. Kræver stålarmet kabel. Kan give problemer med mekanisk slid. Ikke egnet ved flere kabler på grund af tilstopningsrisiko.
2. Kabler fastgjort til bunden af ledning.	Beskytter til dels mod mekanisk slid, da kablet ikke bevæger sig.	Kan hindre fri gennemstrømning i kloak – især i spildevands- og fællesledninger. Kræver stålarmet kabel. Forudsætter anvendelse af robot. Kabel skal opgives ved kabelfejl. Kabel skal ligeledes opgives ved vedligeholdelsesarbejder. Ikke egnet ved flere kabler på grund af tilstopningsrisiko.
3. Kabler fastgjort i toppen af ledning.	Beskytter mod mekanisk slid.	Dyrere installationsmetode end de to ovenstående. Kræver stålarmet kabel. Forudsætter anvendelse af robot til montering. Kabel skal opgives ved kabelfejl. Kabel skal ligeledes opgives ved renovering af ledningsstrækning.
4. Kabel bag strømpeforing.	Beskytter mod mekanisk slid. Uarmeret kabel kan anvendes. Billigste løsning, hvis kloakken alligevel skal strømpefores før montering af kabel. Intet behov for ekstra spuling.	Er generelt en dyr løsning pga. strømpeforingen.
5. Miniduct fastgjort i top af ledning bag en strømpeforing.	Beskytter mod mekanisk slid. Uarmeret kabel kan anvendes. Kablet kan let fjernes ved vedligeholdelsesarbejder eller ved kabelfejl. Intet behov for ekstra spuling. Hurtig montering.	Forudsætter en strømpeforing af kloakken. Forudsætter anvendelse af robot til montering. Føringsrør skal evt. opgives ved vedligeholdelsesarbejder.
6. Kabler fastgjort ved brønd og udspændt langs top af ledning.	Hurtig montering. Kablet kan let fjernes ved kabelfejl eller vedligeholdelsesarbejder. Kræver ikke anvendelse af robot.	Kræver stålarmet kabel. Hvis kablet hænger, giver det risiko for tilstopning.
7. Kabler i føringsrør fastgjort i top af ledning.	Uarmeret kabel kan anvendes. Beskytter mod eksterne faktorer som gnawere og slid. Kablet kan let fjernes ved kabelfejl.	Anlægsmæssigt dyreste løsning. Øgede omkostninger til spuling. Føringsrør skal evt. opgives ved vedligeholdelsesarbejder. Forudsætter anvendelse af robot til montering.

Bemærkninger til de enkelte metoder (skema side 5)

Det anbefales, at hvis der skal monteres kabler i en afløbsledning, så bør nedenstående retningslinier følges:

- Metode 1 – lægning af kablet løst i bunden med fastgørelse ved brønd – bør kun anvendes i de afløbsledninger, der udelukkende anvendes til regnvand.
- Metode 2 – kabler fastgjort til bund af ledning – bør ikke anvendes, da det er bedre at fastgøre til top af ledning.
- Metode 3, 6 og 7 – metoderne med fastgørelse i top af ledning – kan anvendes i alle typer ledninger. Valget mellem metoderne vil blive bestemt ud fra vurdering af pris og krav om at føre kabler i føringsrør.
- Metoderne 4 og 5 – fastgørelse i top af ledning bag en strømpeføring med eller uden miniduct – kan anvendes alle steder, hvor der i forvejen er planlagt en strømpeføring af den aktuelle ledningsstrækning.

Der bør ikke lægges kabler i stikledninger eller andre ledninger med en diameter mindre end 200 mm. Konsekvenserne ved anvendelse i ø200 mm skal belyses, før den tages i brug i større omfang.

17 PE-rør til NO-DIG branchen

17.1	Materialeegenskaber	1
17.2	PE-rør til forskellige anvendelsesformål	1
17.3	Dimensioneringskriterier for PE-rør	3
17.4	Samlingsmetoder til PE-rør	4
17.5	Kontrol af PE-rør	4
17.6	Normalt anvendte PE-rør ved forskellige NO-DIG metoder	5

18 ISO og CEN standarder

18.1	Standardisering på renoveringsområdet	1
18.2	Standarder – Indgangen til nordisk, europæisk og international standardisering	2
18.3	Opbygningen af CEN	2
18.4	Standarder for ledningsrenovering	2
18.5	Implementering af CEN-standard	4
18.6	CE-mærkning	5

19 Kontrolordninger

19.1	Hvorfor have kontrolordninger?	1
19.2	Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning	1
19.3	Formålet med DTVK	2
19.4	Kontrolordning for ledningsrenovering	3
19.5	Formålet med Kontrolordning for ledningsrenovering	3
19.6	Kontrolordning for styret boring og gennempresning	4
19.7	Formålet med Kontrolordning for styret boring og gennempresning	5
19.8	Sikrer kontrolordningerne kun orden i kontrollen?	6

Polyethylenrør var et af de første materialer, som anvendtes til foring af eksisterende ledninger. Allerede i 60'erne blev PE-rør anvendt til relining af ledninger – dvs. længe før udviklingen af ledningsrenovering for alvor gik i gang.

Der er sket meget de seneste 30 år, både med hensyn til udvikling af PE-materialer og til foringsteknikker.

I det følgende beskrives egenskaber og klassificering af de PE-rør, som anvendes i dag, samt hvilke rør der normalt anvendes ved de forskellige NO-DIG metoder.

17.1 Materialeegenskaber

PE-rør gik tidligere under betegnelsen som PEL-, PEM- eller PEH-rør, hvor sidste bogstav refererede til materialets densitet; L(lav), M(medium), H(høj). Klassificeringen blev imidlertid uaktuel, fordi forbedrede materialeegenskaber bevirkede, at der kunne tillades højere spændinger for visse PE-materialer. Det er derfor blevet normalt at betegne PE-materialer med et nummer, se tabel nedenfor, som refererer til materialets langtidsholdbarhed. Inden for grupperne PE 63 og PE 80 findes der såvel PEM- som PEH-rør i henhold til de tidligere betegnelser. PEM-rør har et noget lavere E-modul end PEH-rør og er derfor mere fleksible. PE 100-rør er altid af PEH-typen. Forskellen mellem de forskellige PE-materialers korttidsholdbarhed er dog ikke så stor, se tabel herunder.

Materialeklassificering for PE-rør.

Betegnelse	Langtidsholdbarhed (MPa)	Dimensionerende spænding (MPa)
PE 63	6.30 - 7.99	5.0
PE 80	8.00 - 9.99	6.3 *
PE 100	10.00 - 11.99	8.0

* Jf. nuværende dansk, norsk og svensk standard dimensioneres PE 80 efter 5.0 MPa.

17.2 PE-rør til forskellige anvendelsesformål

Standardiserede trykrør af PE

PE-rør fremstilles som trykrør med homogen rørvæg inden for dimensionsområdet 16-1600 mm udvendig diameter. Rørene fremstilles i standardtrykklasser og følger normalt nationale eller internationale standarder. Der findes følgende internationale standarder:

- ISO 4427 Polyethylene (PE) pipes for water supply – Specifications (se referencer).
- PrEN 12201 Plastics piping systems for water supply – Polyethylene (PE) (se referencer).

Sidstnævnte EN-standard forventes at blive vedtaget i løbet af 2002, og de forskellige nationale standarder i Europa skal derefter tilpasses EN 12201.

Eftersom den dimensionerede spænding for forskellige typer PE-materialer ikke er den samme, vil også vægtykkelsen for forskellige PE-rør variere. PE-rør fremstilles normalt i et antal standardiserede klasser, de såkaldte SDR-klasser, se tabel på næste side, hvor SDR-tallet er forholdet mellem rørets yderdiameter og vægtykkelse.

Rørets trykklassificering afhænger dels af, hvilket PE materiale, det er fremstillet af (fx PE 80 eller PE 100), dels af hvilken SDR-klasse, der er valgt. Forskellige standarder benytter forskellige dimensionerende spændinger, hvilket bevirker, at et og samme rør kan få forskellige trykklassificeringer. Tabellen øverst side 3 viser sammenhængen mellem nominel trykklasser (PN), PE-materiale og SDR-klasse for rør i henhold til prEN 12201. Med nominel trykklasser menes maksimalt tilladeligt driftstryk i ledningen ved +20°C. Ved højere temperaturer skal det tilladelige driftstryk reduceres som angivet i ISO 4427 og prEN 12201.

I den nuværende danske, norske og svenske standard er den dimensionerende spænding 5.0 MPa for PE 80-rør, hvilket bevirker, at rørene får samme trykklassificering som PE 63-rørene i tabellen på forestående side.

Standardiserede PE-trykrør kan naturligvis også anvendes ved relining af gravitationsledninger. Der bør i så fald vælges en passende SDR-klasse ud fra, hvilken stivhedsklasse der ønskes i ledningen. Se også afsnit 17.3.

Standardiserede SDR-klasser i henhold til prEN12201-2.

Nominel vægtykkelse (mm)											
DN/OD	SDR 6	SDR 7,4	SDR 9	SDR 11	SDR 13,6	SDR 17	SDR 17,6	SDR 21	SDR 26	SDR 33	SDR 41
16	3.0	2.3	2.0								
20	3.4	3.0	2.3	2.0							
25	4.2	3.5	3.0	2.3	2.0						
32	5.4	4.4	3.6	3.0	2.4	2.0	2.0				
40	6.7	5.5	4.5	3.7	3.0	2.4	2.3	2.0			
50	8.3	6.9	5.6	4.6	3.7	3.0	2.9	2.4	2.0		
63	10.5	8.6	7.1	5.8	4.7	3.8	3.6	3.0	2.5		
75	12.5	10.3	8.4	6.8	5.6	4.5	4.3	3.6	2.9		
90	15.0	12.3	10.1	8.2	6.7	5.4	5.1	4.3	3.5		
110	18.3	15.1	12.3	10.0	8.1	6.6	6.3	5.3	4.2		
125	20.8	17.1	14.0	11.4	9.2	7.4	7.1	6.0	4.8		
140	23.3	19.2	15.7	12.7	10.3	8.3	8.0	6.7	5.4		
160	26.6	21.9	17.9	14.6	11.8	9.5	9.1	7.7	6.2		
180	29.9	24.6	20.1	16.4	13.3	10.7	10.2	8.6	6.9		
200	33.2	27.4	22.4	18.2	14.7	11.9	11.4	9.6	7.7		
225	37.4	30.8	25.2	20.5	16.6	13.4	12.8	10.8	8.6		
250	41.5	34.2	27.9	22.7	18.4	14.8	14.2	11.9	9.6		
280	46.5	38.3	31.3	25.4	20.6	16.6	15.9	13.4	10.7		
315	52.3	43.1	35.2	28.6	23.2	18.7	17.9	15.0	12.1	9.7	7.7
355	59.0	48.5	39.7	32.2	26.1	21.1	20.1	16.9	13.6	10.9	8.7
400		54.7	44.7	36.3	29.4	23.7	22.7	19.1	15.3	12.3	9.8
450		61.5	50.3	40.9	33.1	26.7	25.5	21.5	17.2	13.8	11.0
500			55.8	45.4	36.8	29.7	28.3	23.9	19.1	15.3	12.3
560				50.8	41.2	33.2	31.7	26.7	21.4	17.2	13.7
630				57.2	46.3	37.4	35.7	30.0	24.1	19.3	15.4
710					52.2	42.1	40.2	33.9	27.2	21.8	17.4
800					58.8	47.4	45.3	38.1	30.6	24.5	19.6
900						53.3	51.0	42.9	34.4	27.6	22.0
1000						59.3	56.6	47.7	38.2	30.6	24.5
1200								57.2	45.9	36.7	29.4
1400									53.5	42.9	34.3
1600									61.2	49.0	39.2

Nominel trykklasse PN (bar)										
PE materiale	SDR 41	SDR 33	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,5	SDR 6
PE100	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	32
PE80	3.2	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25
PE63	2.5	3.2	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20

Nominelle trykklasser for standardiserede PE-rør af forskelligt materiale i henhold til prEN 12201.

PE-rør fremstillet efter producentstandard

Mange producenter af PE-rør har ligeledes forskellige typer rør med profilerede vægge i deres produktprogram, se nedenstående foto. Disse rør er beregnet til trykløse rørsystemer og samles efter forskellige metoder. Der savnes i vid udstrækning standarder for rør med ribbede/-profilerede vægge. Produkttegenskaberne angives derfor af de respektive fabrikanter.

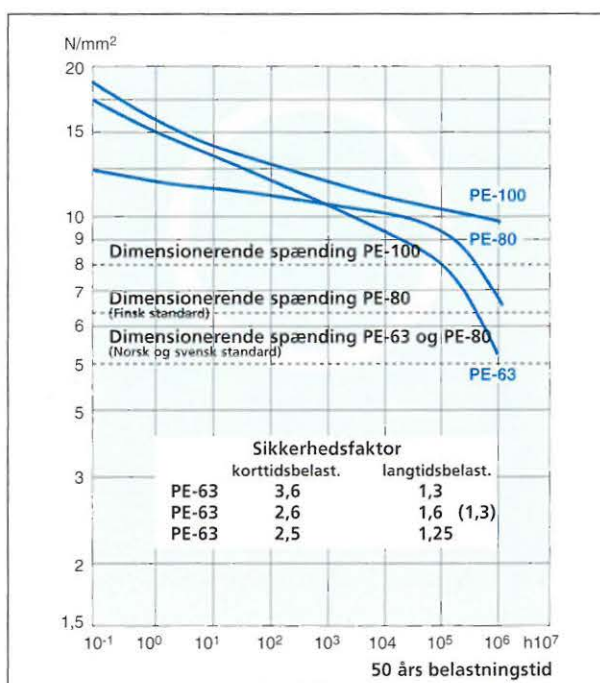
Nogle rørproducenter fremstiller endda såkaldte kortrør af PE-rør med homogen rørvæg til relining-opgaver, se nedenstående foto. Rørene har specielt udformede samlinger, hvis egenskaber oplyses af producenten. Nogle samlingstyper er i stand til at optage aksiale kræfter af en vis størrelse.



17.3 Dimensioneringskriterier for PE-rør

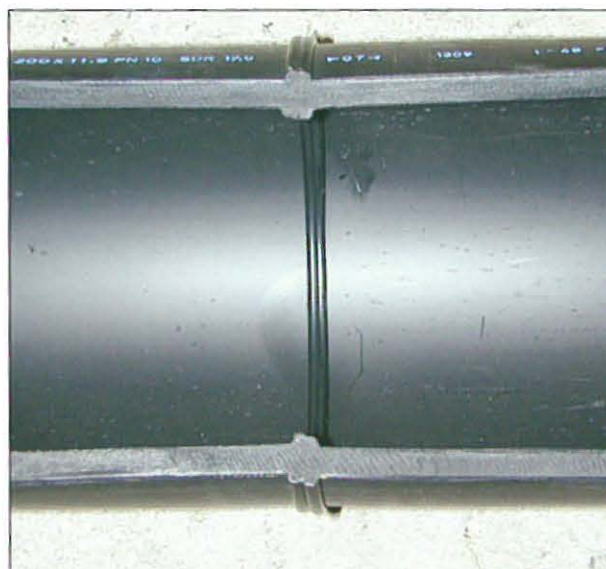
Et nedgravet rør udsættes for belastning af eventuelt indre tryk i ledningen kombineret med ydre belastninger fra jord og trafik samt eventuelt ydre grundvandstryk. En ledning, der er lagt direkte i jorden, bliver støttet af de omgivende tilfyldningsmaterialer. For en trykledning i jorden bliver påvirkningen af det indvendige vandtryk derfor oftest meget højere end påvirkningen af den udvendige belastning. Det er således det indvendige vandtryk, som i stor udstrækning kommer til at bestemme, hvilken SDR-klasse, der kræves.

Når der anvendes PE-rør til NO-DIG installationer, er det ikke sikkert, at rørene støttes lige så godt, som når rørene lægges i jorden på normal vis. Der skal derfor tages hensyn til rørenes evne til at optage ydre belastninger.



SDR-klasse	Ringstivhed* (kN/m ²)
41	1.25
33	2.5
26	5
21	10
17	19
13.6	38
11	75
9	150
7.5	275
6	600

* Beregnet ringstivhed for PE-materiale med E-modul 900 MPa (PE 80-rør af PEH-typen). PEM-rørs stivhed bliver ca. 10% lavere. PE 100-rørs stivhed bliver ca. 10% højere.



Rørets evne til at optage udvendige belastninger afgøres af rørets ringstivhed, som bestemmes ud fra ligningen:

■ $S = E \cdot I / D^3$
 hvor S = Rørets stivhed (N/m²)
 E = Rørets E-modul (N/m²)
 I = Rørvæggens inertimoment (m³)
 D = Rørets middeldiameter (m)

For rør med homogene rørvægge kan ovenstående ligning omskrives til:

$$S = \frac{E}{12} \left(\frac{s}{D} \right)^3$$

hvor s = Rørets vægtykkelse (m)

I ovenstående tabel angives ringstivheden for PE-rør med E-modul 900 MPa (3 min, +20°C).

Valget af SDR-klasse afhænger dels af de driftsforhold, som den nye ledning skal dimensioneres til, dels de belastninger, som PE-røret udsættes for i forbindelse med installationen. Normalt anvendte SDR-klasser for PE-rør til forskellige NO-DIG metoder er angivet i afsnit 17.6.

17.4 Samlingsmetoder til PE-rør

Standardiserede PE-rør samles normalt ved stuksvejsning eller elektromuffesvejsning.

Stuksvejsning

Den mest almindelige samlingsmetode for PE-rør er stuksvejsning. Ved hver stuksvejsningsfuge opstår der en mindre ind- og udvendig svejsvulst, som normalt får lov at blive på røret, så fugens holdbarhed ikke svækkes, se ovenstående foto. Den indvendige vulsts indflydelse på friktionstab i ledningen er oftest forsvindende lille. Hvis der stilles høje krav til rørets ind- eller udvendige glathed, kan vulsterne skæres bort lige efter svejsningen, mens materialet stadig er relativt blødt.

Andre samlingsmetoder

Standardiserede PE-rør med homogene rørvægge kan som et alternativ til stuksvejsningen også samles med elektromuffesvejsning.

PE-rør med ribbede vægge samles efter forskellige metoder. Nærmere informationer fås hos de respektive producenter.

17.5 Kontrol af PE-rør

Kontrol af rørprodukter

PE-rør har i de allerfleste tilfælde en eller anden form for godkendelse eller kvalitetsmærkning. I Norden findes der for standardiserede PE-rør mærkningerne DS, NS, SFS og SIS, alt efter hvilken national standard, produktet certificeres efter. Mærkningen indebærer, at produkterne underkastes journalført fremstillingskontrol hos producenten samt regelmæssig ekstern kontrol fra et upartisk prøvningsinstitut.

Land	Prøvningsnorm for trykledninger af PE	Prøvningsnorm for trykløse ledninger af PE
Danmark	DS 2119	DS 455
Finland	SFS 3115	SFS 3113, SFS 3114
Norge	NS 3551	NS 3550, NS3551
Sverige	VAV P78	VAV P50, SPF-rapport 01

For ikke-standardiserede produkter anvendes der i Sverige en KP-mærkning. Mærkningen indebærer, at produkterne kontrolleres på samme måde som standardprodukterne, dvs. op mod en kravspecifikation, der er godkendt af KP-rådet (Kontrollrådet för plaströr).

Tæthedsprøvning efter installation

Tæthedsprøvning efter installation udføres normalt for at kontrollere, at der ikke forekommer utætheder i samlinger. I ovenstående tabel angives de tæthedsprøvningsnormer, der normalt anvendes i de nordiske lande.

Når det gælder tæthedsprøvning af trykledninger som lægges ved hjælp af NO-DIG teknikken, bør det bemærkes, at PE-ledningen lettere kan ekspandere, når den er lagt i en eksisterende ledning og ikke har nogen side-støtte, end når den ligger i jorden. Det er derfor

vigtigt, at ledningen holdes under tryk i så lang tid, inden prøvningen gennemføres, at hovedparten af ledningens ekspansion når at ske, før tæthedsprøvningen startes. Ellers kan prøvningsresultatet blive misvisende (ledningens ekspansion kan tolkes som lækage).

17.6 Normalt anvendte PE-rør ved forskellige NO-DIG metoder

De mest almindelige NO-DIG metoder, hvor PE-rør anvendes, er:

- Traditionel relining
- Indsætning af PE-kortrør
- Indsætning af close-fit PE-rør
- Installation af PE-ledning med styret boring

I nedenstående tabel angives det, hvilke typer rør, der normalt anvendes til de forskellige NO-DIG metoder.

NO-DIG metode	Normalt anvendt type PE-rør
Traditionel relining i trykrør 17 eller lavere	PE 80- eller PE 100-rør af SDR-klasse
Traditionel relining af gravitationsledning	PE 80-rør af SDR 17-klasse eller lavere
Indsætning af kortrør	PE 80-rør af SDR-klasse 17 eller lavere
Indsætning af close-fit rør	PE 80- eller PE 100-rør inden for SDR-klasse 17-33. (Lavest mulige SDR-klasse stiger med øget diameter. Til rigtig store ledninger kan der endda anvendes rør af SDR-klasse 41 eller højere)
Styret boring	PE 80- eller PE 100-rør af SDR-klasse 17 eller lavere

18.1 Standardisering på renoveringsområdet

Hvad er standardisering?

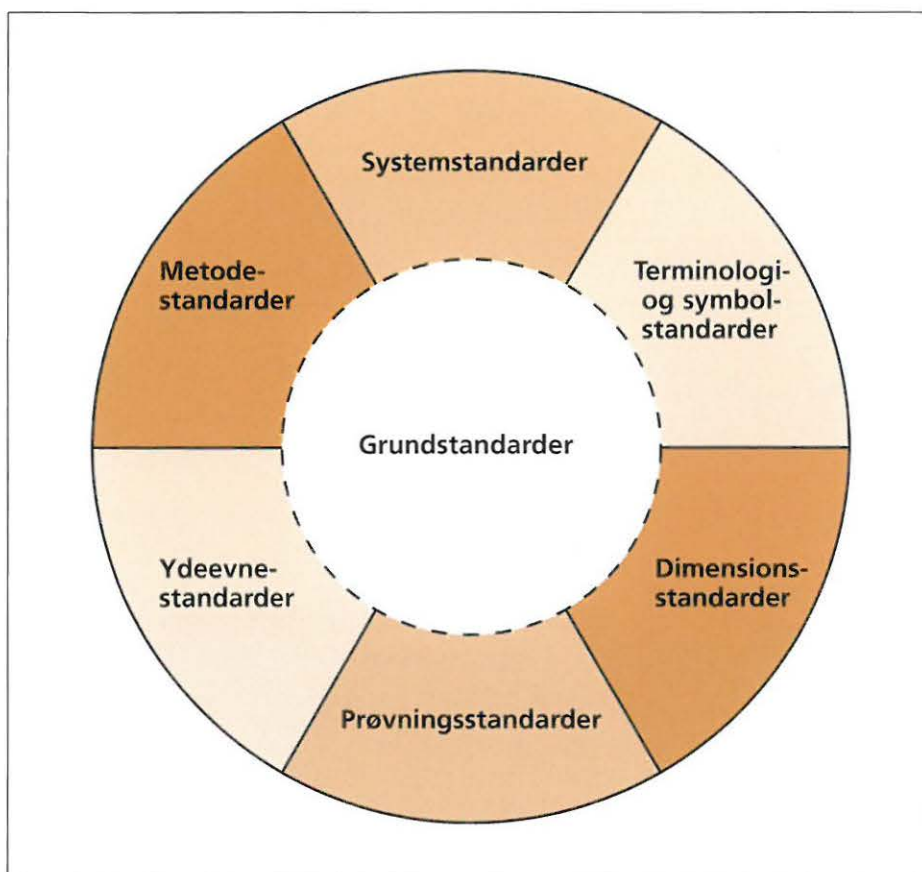
Standardisering er en organiseret beslutningsproces, som har til formål at udvikle ensartede retningslinier for bl.a. produkters funktion og sikkerhed og at formulere fælles specifikationer, fremgangsmåder og terminologi.

For at en standard kan vinde tilslutning blandt brugerne, skal den være baseret på den bredest mulige enighed. Dette sikres via de grundprincipper, som gælder for al standardisering. Det drejer sig i korthed om, at standarder udvikles i en åben og gennemsigtig konsensusproces, hvor alle interesseparter høres.

Hvad er en standard?

En standard er et dokument, hvis indhold repræsenterer et teknisk kompromis, som er tilvejebragt ved en beslutningsproces, der er baseret på konsensus. Dvs. at der er en høj grad af enighed om standarden i det udvalg, der udarbejder den – uden at der nødvendigvis er fuldstændig enstemmighed.

Der findes principielt syv forskellige typer af standarder (se nedenstående figur). I praksis er de fleste standarder dog en blanding af flere typer. En standard kan f.eks. stille krav til: Dimensionen (papirformater, dataformater, mål/størrelse af komponenter), systemer (kvalitetsstyring, miljøledelse eller et rørsystem til afløb) eller ydeevne (last og sikkerhed, varmeisoleringssevne, belysning, materialeegenskaber). Standarder kan også beskrive terminologien på et fagområde eller anvise metoder til f.eks. kemisk analyse eller prøvning. Standardisering retter sig især mod krav til ydeevne for ikke at bremse innovation og udvikling.



Der findes principielt 7 forskellige typer standarder.

Er brugen af standarder obligatorisk?

Som udgangspunkt er det frivilligt, om man vil benytte en given standard. En standard er et tilbud til brugerne. Hverken nationale, internationale eller europæiske standardiseringsorganisationer har bemyndigelse til at gøre anvendelsen af standarder obligatorisk.

I nogle tilfælde er virksomheder dog forpligtigede til at overholde standarder. F.eks. hvis en virksomhed, som markedsfører et produkt eller tilbyder en tjenesteydelse, henviser til, at produktet eller ydelsen lever op til kravene i en given standard.

Tilsvarende opstår der en juridisk forpligtigelse for virksomheden, hvis det i en kontrakt eller en mærkningsordning anføres, at produktet eller ydelsen skal leve op til en eller flere standarder.

Endelig kan myndigheder gøre standarder obligatoriske, når det i lovgivningen påbydes at følge bestemte standarder. Ligeledes henviser både produktansvarsdirektivet og direktiverne for offentlig udbud til standarder, som det dermed er obligatorisk at følge.

18.2 Standarder – Indgangen til nordisk, europæisk og international standardisering

Standardiseringsarbejdet foregår på fire niveauer: landevis (dansk, svensk, norsk) nordisk, europæisk og internationalt niveau. Det europæiske og det internationale arbejde er dominerende. Det nordiske samarbejde er efterhånden gledet i baggrunden i takt med, at det europæiske og internationale arbejde har udviklet sig.

De enkelte landes standarder

DS (Dansk Standard) er den danske standardiseringsorganisation, der udarbejder danske standarder og normer. I Danmark anvendes der en speciel terminologi på standardiseringsområdet, idet der arbejdes både med normer og standarder.

En norm er et overordnet dokument, der angiver overordnede krav eller funktionskrav til f.eks. et afløbssystem, samt giver en vejledning i hvordan disse overordnede krav kan opfyldes, når f.eks. afløbssystemer skal projekteres og dimensioneres.

En standard er et produktrettet dokument, der detaljeret angiver, hvilke krav et specifikt produkt skal opfylde. Det kan f.eks. være en

produktstandard for rør (plast/beton), der angiver mål, tolerancer, krav til styrke, holdbarhed mv.

ISO

ISO (The International Organization for Standardization) er en verdensomspændende sammenslutning af nationale standardiseringsorganisationer, der har over 100 lande som deltagere. De har gennem mange år udarbejdet prøvningsstandarder for materialer og komponenter. Ingen lande er forpligtiget til at gøre ISO-standarder til nationale standarder.

CEN

CEN (Comité Européen de Normalisation) er den europæiske standardiseringsorganisation, der bl.a. har til opgave at udarbejde fælles europæiske standarder for produkter og materialer, så disse, når de er i overensstemmelse med en godkendt CEN-standard, kan eksporteres frit i Europa (det åbne indre marked). Medlemmerne af CEN er standardiseringsorganerne i EU- og EFTA-landene samt Tjekkiet.

18.3 Opbygningen af CEN

Arbejdet med udarbejdelse af europæiske standarder varetages af CEN's tekniske komiteer. I relation til vand- og afløbssystemer er tre tekniske komiteer relevante:

- TC 155 Plastmaterialer
- TC 165 Afløbssystemer
- TC 164 Vandforsyning

Selve arbejdet med at udarbejde standarder foregår i arbejdsgrupper (working groups, WG), og hver af de tekniske komiteer har nedsat et antal arbejdsgrupper, der hver er ansvarlige for givne områder/emner. Da nogle af arbejdsgrupperne har ansvaret for ret store emneområder, nedsættes der ofte underarbejdsgrupper (task groups, TG) til at lave det forberedende arbejde på de forskellige standarder.

18.4 Standarder for ledningsrenovering

Udarbejdelse af standarder for ledningsrenovering blev sat i gang i 1988 af den internationale standardiseringsorganisation, ISO. I 1992 blev det aftalt mellem ISO og CEN, at standardiseringen af ledningsrenovering skulle fortsættes i CEN på baggrund af den netop da udarbejdede

ISO-publikation: "Technical Report, ISO/TR 11295, First edition 1992-08-01. Techniques for rehabilitation of pipeline systems by the use of plastics pipes and fittings" (se referencer).

Da denne tekniske rapport dækkede renovering ved hjælp af plastmaterialer, var det meget naturligt, at udarbejdelsen af standarder på renoveringsområdet startede i TC 155, der arbejder med plastmaterialer.

TC 155 Plastmaterialer

Det var TC 155, der først kom i gang med arbejdet på renoveringsområdet, og det er primært systemstandarder, der har været arbejdet med.

Nedenstående er vist en oversigt over, hvilke standarder der arbejdes med i TC 155. En færdig CEN standard er nummeret EN xxx, mens en standard, der endnu ikke er godkendt, nummeres prEN xxx. Hvis der ikke er nummerring på et emne, angiver det, at der endnu kun arbejdes med emnet i den tekniske komité, i en arbejdsgruppe eller en underarbejdsgruppe.

Stade 32: Arbejdsdokumenter er fremsendt til TC

Stade 40: Standarden er klar til foreløbig høring/afstemning i CEN

Stade 49: Standarden er klar til endelig afstemning (godkendelse)

Oversigt over de standarder, som TC 155 arbejder med vedrørende ledningsrenovering.

Nr.	Titel	Stade	Dato
prEN 13566-1	Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 1: General	CEN Stage 49	6/2001
prEN 13566-2	Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 2: Lining with continus pipes	CEN Stage 40	6/2001
prEN 13566-3	Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 3: Lining with close-fit pipes	CEN Stage 49	6/2001
prEN 13566-4	Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 4: Lining with cured-in-place pipes	CEN Stage 49	6/2001
prEN 13566-7	Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 7: Lining with spirally-wound pipes	CEN Stage 32	8/2001
	Plastics piping systems for renovation of underground water supply net-works – Part 1: General	CEN Stage 40	6/2001
	Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks – Part 3: Lining with close-fit pipes	CEN Stage 40	6/2001
	Plastics piping systems for renovation of underground gas supply net-works – Part 1: General	CEN Stage 40	6/2001
	Plastics piping systems for renovation of underground gas supply networks – Part 3: Lining with close-fit pipes	CEN Stage 40	6/2001
prEN 13689	Guidance on the classification and design of plastics piping systems used for renovation	CEN Stage 49	6/2001

Nr.	Titel	Stade	Dato
EN 13380	General requirements for components used for renovation and repair of drain and sewer systems outside buildings	Udgivet	1998
	General requirements for components used in trenchless construction of drains and sewers		
EN 295-7	Vitrified clay pipes and fittings and pipe joints for drains and sewers – Part 7: Requirements for vitrified clay pipes and joints for pipe jacking	Udgivet	1995
EN 12889	Trenchless construction and testing of drains and sewers	Udgivet	2000
EN 752-5	Drain and sewer systems outside buildings – Part 5: Rehabilitation	Udgivet	1997
prEN 13508-1	Condition of drain and sewer systems outside buildings – Part 1: General requirements for evaluation	CEN Stage 32	6/2001
prEN 13508-2	Condition of drain and sewer systems outside buildings - Part 2: Visual inspection coding system	CEN Stage 40	6/2001
	Management and control of cleaning operations in drains and sewers	CEN Stage 32	6/2001

Oversigt over standarder, som TC 165 arbejder med vedrørende ledningsrenovering og dermed tilknyttede arbejder.

TC 165 Afløbssystemer

TC 165, der arbejder med afløbssystemer både inden for og uden for skel, har også taget emnet ledningsrenovering op. Her har standarderne mere almen karakter og kan ofte sammenlignes med vejledninger eller anvisninger, for f.eks. fornyelsesplanlægning, TV-inspektion eller drift- og vedligeholdelse af afløbssystemer.

I ovenstående tabel er vist en oversigt over hvilke standarder, der arbejdes med i TC165 på renoveringsområdet.

TC 164 Vandforsyning

TC 164, der arbejder med vandforsyning, har ikke i øjeblikket nogen arbejdsgrupper, der arbejder med emner i tilknytning til ledningsrenovering.

18.5 Implementering af CEN-standard

Alle nationale standardiseringsorganisationer er forpligtiget over for CEN. Inden 6 måneder efter, at en CEN-standard er vedtaget, er den nationale standardiseringsorganisation forpligtiget til at implementere (udgive) standarden, og nationale standarder, der behandler samme emne, skal trækkes tilbage. Den eneste undtagelse fra denne regel er, hvis den nationale standard er omtalt i en lov/er en del af lovgivningen. Her er det lovgivningsmagten alene, der bestemmer, om CEN-standard har en kvalitet der gør, at den kan blive en del af lovgivningen.

Selv om en standard er udgivet af den nationale standardiseringsorganisation, er der altså ikke noget generelt krav om, at den skal bruges, og en del af de udgivne standarder oversættes f.eks. ikke til dansk, fordi ingen ytrer interesse for at bruge dem. Den eneste undtagelse på dette område er som tidligere nævnt direktiverne for offentlige udbud, der anvendes, når licita-

tioner/udbud er så store, at de kræver et EU-udbud. Ved sådanne licitationer vil det være et krav, at hvis der findes en CEN-standard på området, så skal der henvises til standarden i udbudsmaterialet, og den bliver således aftalegrundlaget mellem parterne.

18.6 CE-mærkning

I fremtiden vil det blive sådan, at produktstandarder, der stiller krav til udformningen og funktionen af et produkt, vil blive "obligatoriske", fordi de danner baggrund for CE-mærkning.

CE-mærket skal anbringes på alle byggevarer, der er omfattet af en harmoniseret standard eller en europæisk teknisk godkendelse (ETA), inden varen sælges eller markedsføres i EU's indre marked.

CE-mærket må kun anvendes på byggevarer, der er omfattet af en harmoniseret standard eller en ETA. Disse regler gælder også byggevarer, der udelukkende produceres til hjemmemarkedet.

CE-mærket er det eneste obligatoriske overensstemmelsesmærke, der må anvendes inden for EU's indre marked, og erstatter derfor evt. nationale obligatoriske overensstemmelsesmærker.

CE-mærkede byggevarer må ikke underkastes nationale krav om nye prøvninger eller godkendelser, men skal frit kunne sælges i alle lande, der er omfattet af det indre marked.

CE-mærket giver ikke oplysninger om kvalitet. Derfor er det muligt at supplere CE-mærket med forskellige frivillige mærker. Fabrikanten kan således vælge at tilslutte sig en frivillig certificeringsordning, der indebærer et højere niveau for attestering af overensstemmelse end fastsat i den harmoniserede standard eller ETA.

Det er endnu uvist om systemstandarder, der er udarbejdet om renoveringssystemer, kan danne baggrund for en CE-mærkning.

Der findes i Danmark 3 kontrolordninger, som vedrører undersøgelse og fornyelse af det danske afløbssystem. Dette kapitel har til formål at beskrive disse 3 kontrolordninger, herunder hvad de omfatter, deres funktion og kontrolområde, samt hvad kommunerne får ud af at anvende dem.

19.1 Hvorfor have kontrolordninger ?

Der investeres i øjeblikket mange millioner af kroner årligt i undersøgelse og fornyelse af det danske afløbssystem. Og alt tyder på, at det reelle investeringsbehov faktisk er større end det nuværende aktivitetsniveau. Afløbssystemet er mange steder nedslidt, så det haster med at få fornyet store dele af afløbssystemet. Når det skal gå så hurtigt, er det vigtigt at sikre sig, at kvaliteten af såvel forundersøgelser som det udførte arbejde er i orden. For når det reelle saneringsbehov sammenlignes med budgetterne, skal det nyetablerede kloaksystem fungere uden yderligere renovering og omlægning i hvert fald i de næste 100 år. Samtidigt er det vigtigt at sikre sig, at investeringerne anvendes mest fornuftigt, så de rigtige løsninger vælges første gang de rigtige steder.

Til at sikre kvaliteten i forundersøgelser og bestemte udførelsesmetoder er der i Danmark etableret 3 kontrolordninger:

- Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning
- Kontrolordning for ledningsrenovering
- Kontrolordning for styret boring og gen-nempresning

I Norge og Sverige har branchen valgt ikke at anvende kontrolordninger.

I Sverige har man diskuteret værdien af kontrolordninger, men mener ikke, behovet for ekstern kontrol er til stede set i lyset af leverandørernes allerede beskrevne systematiske arbejde med kvalitet, miljø og arbejdsmiljø, f.eks. bekræftet gennem certificeringer mv., samt det forhold, at kunders krav tilgodeses i udbudsmaterialet og ved afleveringsforretning.

I Norge er alle renoveringsarbejder anmeldelsespligtige – dog ikke de mindre reparationer. Kontrol af arbejdet skal fremover udføres i henhold til forskrifter til ny plan- og bygningslov. Her skelnes mellem egenkontrol, sideordnet kontrol og tredjemandskontrol.

Kontrolmetoden, der skal anvendes på den aktuelle opgave, udmeldes af den godkendende bygningsmyndighed i forbindelse med behandling af projektet. Nogen fast godkendt ordning findes ikke pt. i Norge – alt er pålagt de projekterede og udførende parter, som udarbejder kontrolskemaer og checklister, der forelægges bygningsmyndigheden i forbindelse med deres godkendelse af projektet.

De 3 danske kontrolordninger er omtalt i det følgende.



Danske TV inspektionsfirmaers kontrolordning (DTVK)'s logo.

19.2 Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning

Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning (DTVK) er den ældste af de danske kontrolordninger. Den blev dannet i 1986 på kommunernes opfordring som en konsekvens af, at kommunerne ikke selv havde kapacitet til at gennemføre den nødvendige grundige kontrol af de mange videobånd med TV-inspektioner, som var resultatet af de iværksatte undersøgelser af afløbssystemets kvalitet.

Forud herfor var der i 1985 dannet et samarbejde mellem landets største kommuner og en række specialister med det formål at systematisere observationerne ved en TV-inspektion af et afløbssystem. Resultatet heraf blev fotomanualen, som i dag findes i 4. udgave fra december 1997 (se referencer). Fotomanualen er i dag grundlaget for alle danske TV-inspektion udført under DTVK. Fotomanualen kan rekvireres ved henvendelse til DANVA.

Samarbejdet omkring fotomanualen udmøntede sig også i rapporten "TV-inspektioner af afløbsledninger – Tillæg til AB92 og beskrivelser til udførelse" (se referencer). Denne rapport, som i dag findes i 3. udgave fra 1995, er udarbejdet med henblik på at sikre kvalitet i udbud af store TV-inspektionsopgaver i licitation.

Rapporten er opbygget som et tillæg til AB92 og indeholder desuden et paradigme for arbejdsbeskrivelse af, hvordan en spuling og/eller TV-inspektion af afløbsledninger med tilhørende rapportering skal gennemføres. Denne rapport kan rekvireres ved henvendelse til Teknologisk Institut.

Begge ovenstående rapporter anvendes af praktisk talt alle, der i dag udbyder større TV-inspektionsopgaver i licitation.

Men én ting er at sikre, at betingelser for en god TV-inspektion er på plads såvel aftalemæssigt som med henblik på, hvordan TV-inspektionen afrapporteres. Noget helt andet er det at sikre, at TV-operatøren nu også overholder afrapportering inden for de gældende standarddefinitioner i fotomanualen. I erkendelse af, at ikke alle ledningsejere har eller kan skaffe sig kapacitet til at vurdere dette selv, blev DTVK dannet.

DTVK administreres af et uafhængigt kontroludvalg, der består af repræsentanter for Kommunalteknisk Chefforening, Foreningen af rådgivende ingeniører, Teknologisk Institut samt Danske Entreprenører, TV-inspektionsgruppen.

Udvalgsmedlemmerne udpeges for 2 år ad gangen og kan genudpeges.

Medlemskab af ordningen er frivillig, men de fleste TV-inspektionsfirmaer er tilsluttet ordningen i erkendelse af, at det oftest er et krav fra ledningsejerne, at TV-inspektionen udføres under kontrolordningen. Der er 27 firmaer tilknyttet kontrolordningen i opgørelse fra oktober 2001. DTVK's medlemsliste offentliggøres 2 gange årligt i Stads- og Havneingeniøren.

Kontroludvalget kontrollerer arbejdspladsens indretning.



19.3 Formålet med DTVK

Formålet med ordningen er at sikre en TV-inspektion, der opfylder kvalitetskravene i foto-manual og i DTVK's tekniske bestemmelser. Gennem de tekniske bestemmelser sikres, at der ud over krav til selve afrapporteringen følges op på krav vedrørende det tilsluttede firmas organisation, mandskab, uddannelse, udstyr og egenkontrol.

Dette efterviser DTVK blandt andet ved kontrolbesøg og løbende stikprøvekontrol af periodiske indberetninger opbygget efter principperne i DS 2184. Stikprøvekontrollen udføres for DTVK af to tekniske konsulenter.

Stikprøvekontrollen går specifikt på den enkelte TV-operatørs inspektionsarbejde i de tilsluttede virksomheder. De tilsluttede virksomheder fremsender løbende lister over hver enkelt operatørs arbejder. Ud fra disse lister udvælger de tekniske konsulenter tilfældigt en række strækninger, som gennemses for fejlrapportering. Stikprøvekontrollen er opbygget, så nye operatører, operatører der ikke inspiceres så meget samt operatører med gentagende fejl kontrolleres hyppigere end den erfarne, fuldtidsansatte operatør med få – oftest tilfældige – rapporteringsfejl.

DTVK sikrer også, at TV-operatørerne uddannes og til stadighed efteruddannes. Efter den første uddannelse skal TV-operatøren bestå en praktisk prøve, før han får et certifikat, som uden bemærkning gælder 1 år. Hvis stikprøvekontrollen på den specifikke TV-operatør viser et alt for dårligt arbejde, kan certifikatet inddrages – og operatøren vil være nødsaget til at gå op til fornyet prøve, inden han igen kan TV-inspicere under DTVK.

TV-operatøren skal omsætte det, han ser, til en observation i rapporten. Denne proces er vanskelig, da det kan være vanskeligt at udtrykke et kompleks skærmbillede til to bogstaver og et tal. Men det er netop i denne fase, at DTVK's kontrolsystem har sin styrke. Via de to meget erfarne tekniske konsulenter er det muligt at kontrollere over 200 km af de ca. 3.000 km, der årligt TV-inspiceres herhjemme.

Ordningen indebærer også, at kunder, der har udbudt en TV-inspektion under DTVK og rekvireret et medlemsfirma, kan indbringe klager eller forespørgsler til DTVK.

De danske kommuner erkender behovet for at få TV-inspektioner af høj kvalitet uden gra-

verende rapporteringsfejl – fejl, som kan bevirke, at der tages en fejlagtig beslutning om renovering af dele af kloaksystemet, som ikke er renoveringsmodent. Netop derfor har TV-inspektioner udført underlagt DTVK været at betragte næsten som en standard i udbudsbetingelserne i mange år.

Det fremgår forhåbentligt af ovenstående fordele, at alle ledningsejere ved større TV-inspektionsarbejder (fortsat) bør stille som betingelse, at tilbudsgiveren er optaget i kontrolordningen. Kun herved sikres en ensartet kvalitet og et arbejde udført på et kendt grundlag af veluddannede og opdaterede TV-operatører.

19.4 Kontrolordning for ledningsrenovering

Kontrolordningen for ledningsrenovering blev dannet i 1996 som en konsekvens af, at opgravningsfrie renoveringsmetoder kræver en anden form for kvalitetssikring end den traditionelle opgravning. Ved traditionelle anlægsarbejder med opgravning anvendes fabriksfremstillede komponenter, der kan kontrolleres og afprøves inden anvendelse i marken. Ved opgravningsfrie renoveringsmetoder etableres produktet på stedet, hvorfor installationen kan få stor betydning for det endelige slutprodukt. I erkendelse heraf er der herhjemme, som den første af sin art overhovedet, dannet en kontrolordning for ledningsrenovering.

Kontrolordningen administreres af et uafhængigt kontroludvalg, der består af repræsentanter for DANVA, Kommunalteknisk Chefforening og Foreningen af Rådgivende Ingeniører, se www.nodig-kontrol.dk.

Udvalgsmedlemmerne er udpeget for 3 år ad gangen og kan genudpeges 1 gang. Det er muligt for dette kontroludvalg ved vurdering af firmarelaterede forhold at indkalde to repræsen-

tanter for de tilsluttede virksomheder i det, der kaldes det udvidede kontroludvalg.

Medlemskab af ordningen er frivillig, men også her har denne kontrolordning efterhånden vundet så meget respekt, at alle de største NO-DIG entreprenører er tilsluttet ordningen i erkendelse af, det oftest er et krav fra ledningsejerne, at arbejderne udføres under denne kontrolordning.

Kontrolordningen gælder kun fornyelse af gravitationsledninger, og omfatter for tiden: Strømføringer og rørsprængninger. Der er i efteråret 2001 fem tilknyttede strømførings-systemer fra 5 forskellige firmaer underlagt kontrolordningen.

19.5 Formålet med Kontrolordning for ledningsrenovering

Kontrolordningen for ledningsrenovering skal sikre, at entrepriser, der udføres med systemer optaget i kontrolordningen af den tilknyttede virksomhed, gennemføres i overensstemmelse med en for renoveringsmetoden godkendt deklaration.

Denne deklaration er udarbejdet af den tilknyttede virksomhed og indeholder ud over metodebeskrivelsen også oplysninger om:

- Materialeegenskaber
- Produktegenskaber
- Systemegenskaber
- Anvendelsesområder/begrænsninger

For strømføringsystemer skal deklarationen angive, hvilke karakteristiske værdier produktet skal overholde over for parametre som:

- Ringstivheds E-modul (langtids- og korttidsværdier)
- Bøje-brudstyrke, -brudtøjning og E-modul (korttidsværdier)
- Træk-brudstyrke, -brudtøjning og E-modul (korttidsværdier)

De dokumenterede værdier skal være fremkommet på baggrund af forsøg udført på et akkrediteret laboratorium på et produkt udført af den tilknyttede virksomheds egne installationsanlæg.

For rørsprængning skal det dokumenteres, at rørmaterialet er leveret fra en fabrik med godkendt kontrolsystem.

Desuden stilles der krav til den tilsluttede virksomheds kvalitetssikring og udarbejdelse af

Logo for kontrolordning for ledningsrenovering.



kontrolplaner i forbindelse med arbejdets udførelse.

Dette sikres ved, at firmaerne underkastes mindst et årligt uanmeldt kontrolbesøg, hvor produktionsapparatet, prøvningsresultater, kvalitetssikring og kontrolforanstaltninger inspiceres. Kontrolbesøgene udføres af kontroludvalget sammen med én af de tilknyttede tekniske konsulenter.

Der aflægges ved denne kontrol såvel virksomheds- som arbejdspladsbesøg for at kontrollere, at kvalitetsstyringssystemet følges begge steder.

Ved strømpeforinger stiller kontrolordningen krav til udtagning af prøveemner fra mindst 25 % af det samlede antal installationer inden for en given periode. Firmaet kontrollerer (prøver) selv mindst 10 eller 25 % af det samlede antal installationer afhængigt af kontrolklasse og afrapporterer dette i en halvårlig proceskontrol, som kontroludvalget kommenterer. Desuden udtager kontroludvalget tilfældigt et prøveemne ved det uanmeldte kontrolbesøg. Dette emne prøves herefter på akkrediteret laboratorium, og opnåede kontrolværdier sammenlignes med de deklarerede værdier.

Under kontrolordningen er der udarbejdet dimensioneringsregler for såvel strømpeforing som rørsprængning for at sikre, at dimensionering af de renoverede ledninger sker på et ensartet og godkendt grundlag. De tilknyttede virksomheder er forpligtet til at anvende disse dimensioneringsregler. Det dokumenteres ligeledes over for kontroludvalget ved kontrolbesøgene. De nuværende dimensioneringsregler er revideret i 2002.

Såfremt kontroludvalget konstaterer, at en metode ikke lever op til deklARATIONEN, vil kontrolordning føre skærpet tilsyn med det pågældende system og eventuelt træffe beslutning om at udelukke den tilknyttede virksomhed af kontrolordningen.

Ordningen indebærer også, at klager, der vedrører kontrolordningen eller over forhold, der har forbindelse med de tilknyttede virksomheders godkendte deklARATIONER, kan indbringes for kontroludvalget. Kontroludvalget kan blandt andet på denne baggrund beslutte sig for ekstraordinære kontrolbesøg, skærpet proceskontrol eller udelukkelse.

Kontrolordningen har ikke udarbejdet et paradigma for udbud af anlægsopgaver inden

for renovering af afløbsledninger. Et sådant udbudsmateriale er dog udarbejdet af Teknologisk Institut i samarbejde med en række kommunale tekniske forvaltninger, kommunale selskaber samt No-Dig gruppen under Danske Entreprenører. Udbudsparadigmaet kan rekvireres ved henvendelse til Rørcentret, Teknologisk Institut (se referencer).

De danske kommuner har inden for ledningsrenovering erkendt behovet for at få et produkt, der overholder en række vitale forudsætninger, som alle er beskrevet i deklARATIONEN for den enkelte metode. Derfor har strømpeforinger udført underlagt Kontrolordning for ledningsrenovering også på dette punkt været at betragte næsten som en standard i de kommunale udbudsbetingelser i de seneste år.

Alle ledningsejere, der skal have gennemført anlægsarbejder med de her omtalte renoveringsmetoder, skal fortsat opfordres til at stille som betingelse, at tilbudsgiverens anvendte systemer er optaget i kontrolordningen. Kun herved sikres, at arbejdet gennemføres på et kendt og deklareret grundlag, og at tilbudsgiverne benytter sig af ensartede dimensioneringsregler.

19.6 Kontrolordning for styret boring og gennempresning

Den tredje kontrolordning, der her skal omtales, er kontrolordningen for styret boring og gennempresning. Det er den nyeste af de 3 ordninger, da den blev stiftet på en generalforsamling den 13. marts 2001.

Kontrolordningen for styret boring og gennempresning er dannet som en konsekvens af, at Kontrolordning for ledningsrenovering ikke omfatter styrbare boremetoder og jordfortrængende gennempresninger. Disse opgravningsfrie ledningsetableringer har de seneste år gennemgået en eksplosiv metodeudvikling, så ledningssystemer nu kan etableres over lange strækninger og inden for ganske små tolerancer. Dermed er metoderne blevet et godt alternativ til opgravning og noget, som anvendes i større og større stil i såvel den private som i den kommunale sektor.

I erkendelse af, at disse metoder vinder frem, er der opstået et naturligt ønske om at få sådanne metoder underlagt en uvildig kvalitetskontrol.

Kontrolordningen administreres af et uafhængigt kontroludvalg, der består af repræsentanter for DANVA, FULS og Foreningen af Rådgivende Ingeniører, se www.nodig-kontrol.dk.

Udvalgsmedlemmerne er udpeget for 2 år ad gangen og kan genudpeges to gange.

Som ved den forrige omtalte kontrolordning er det også muligt her for kontroludvalget ved vurdering af firmarelaterede forhold at indkalde repræsentanter for de tilsluttede virksomheder i det, der kaldes det udvidede kontroludvalg. Her har man dog i opstartsperioden valgt at have 4 repræsentanter siddende, som en naturlig følge af, at arbejdsgruppen, der har udarbejdet vedtægter og tekniske bestemmelser for kontrolordningen, har indeholdt de samme 4 repræsentanter.

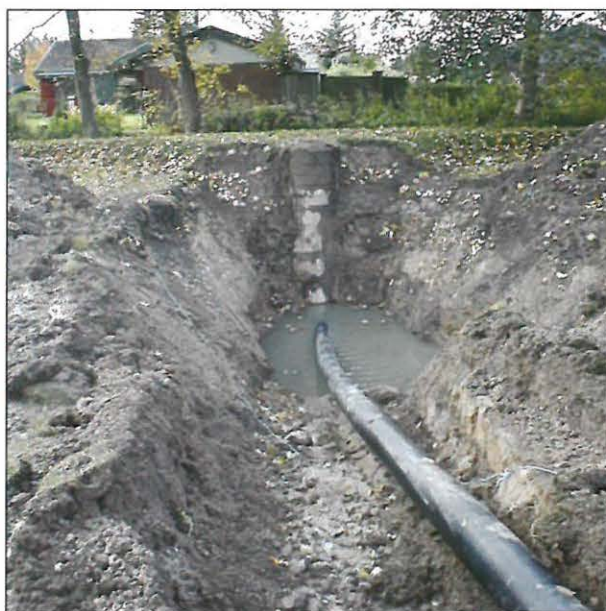
Medlemskab af denne kontrolordning er – som i de andre tilfælde – frivillig, men interessen for kontrolordningen blandt entreprenører er så stor, at det må formodes, vi ser en lang række optagelser af bore- og gennempresningsmetoder i den kommende tid i kontrolordningen.

Kontrolordningen omfatter alle metoder til opgravningsfri ledningsetablering. Metoderne kan groft opdeles i to kategorier: Ikke-styrbare jordfortrængende eller jordflyttende metoder samt styrbare metoder som mikrotunneling, pilotrørsmetode og styrbar boring. Gældende for samtlige metoder er, at jordarbejdet i undergrunden fjernstyres og kontrolleres af mandskab på jordoverflade – kaldet ubemandede metoder, modsat bemandede eller manuelle metoder som minitunneling, hvor mandskabet arbejder inde i selve borerøret under installationen.

19.7 Formålet med Kontrolordning for styret boring og gennempresning

Kontrolordningen for styret boring og gennempresning har samme formål som Kontrolordningen for ledningsrenovering, nemlig at sikre, at entrepriser, der udføres med metoder tilsluttet kontrolordningen, gennemføres i overensstemmelse med en for metoden godkendt deklaration. Denne deklaration indeholder oplysninger om:

- Metodebeskrivelse
- Produktbeskrivelse
- Systemegenskaber (sikkerhedsafstande og tolerancer)
- Anvendelsesområder/begrænsninger



Kontroludvalget gennemgår også tekniske forhold som f.eks. indførsingsgrubers udformning.

Det skal i denne forbindelse dokumenteres, at rørmaterialet er leveret fra en fabrik med godkendt kontrolsystem, og at dimensionering af rør og ledninger sker efter fælles aftalte retningslinier.

Desuden stilles der krav til den tilsluttede virksomheds kvalitetssikring og udarbejdelse af kontrolplaner, specifikationer, boreplaner og borejournaler i forbindelse med arbejdets udførelse.

Dette kontrolleres ved, at firmaerne underkastes mindst et årligt uanmeldt kontrolbesøg, hvor produktionsapparat og journaler over udført arbejde inspiceres. Der aflægges ved denne kontrol såvel virksomheds- som arbejdspladsbesøg for at kontrollere, at kvalitetsstyringssystemet følges begge steder.

Klage og sanktionsmulighederne i denne kontrolordning er analoge med de under Kontrolordning for ledningsrenovering nævnte.

Ordningen er fortsat ny, men der arbejdes i øjeblikket hårdt på at få opstillet ensartede dimensioneringskriterier og påbegynde optagelse af de første firmaer i ordningen.

Kontrolordningen opfordrer naturligvis også her offentlige og private bygherrer, som skal have etableret ledningsstrækninger efter de i dette afsnit omtalte metoder, til at stille krav om, at de benyttede metoder er optaget i kontrolordningen. Kun herved sikres, at arbejdet gennemføres på et kendt og deklareret grund-



Kontrol af virksomhedens kvalitetsstyringssystem.

lag, og at tilbudsgiverne benytter sig af ensartede dimensioneringsregler.

19.8 Sikrer kontrolordningerne kun orden i kontrollen?

Efter denne gennemgang af de tre eksisterende danske kontrolordninger er det nærliggende at stille spørgsmålet: Sikrer de danske kontrolordninger, at der er orden i kontrollen?

Svaret er naturligvis et: Ja – men kontrolordningerne gør meget mere end det. Det, at de tilsluttede firmaer og deres arbejdssjak ikke ved, hvilken TV-inspektion/installation der udtages til kontrol, gør, at de er til en form for eksamen ved hver opgave, de udfører. Det medfører ganske naturligt en øget respekt for det arbejde, der udføres i den enkelte entreprise. Og kun ved at øge respekten for vores arbejde kan vi sikre, at de overordnede mål for kloakrenovering og –etablering, nemlig at hæve kvaliteten af systemet, så det kan holde til at være i konstant funktion de næste 100 år, overholdes.

Det er de danske kontrolordninger med til at sikre. Brug dem derfor, næste gang du stiller krav til udførelse af TV-inspektion, ledningsrenovering eller ledningsetablering ved styret boring eller gennempresning.

- 20.1 Status over de sidste 40 år 1
- 20.2 En entrepreneurs scenarium 1
- 20.3 En rådgivers scenarium 2
- 20.4 En ledningsejers scenarium 3
- 20.5 Fremtiden er i morgen 4

NO-DIG metoder til renovering og nyinstallation af stort set alle ledningssystemer har nu været på det skandinaviske marked gennem adskillige år. Det er allerede bevist gennem den store markedsandel disse metoder har, at de er kommet for at blive.

Samtidigt er branchen inde i en rivende udvikling. Optimering af eksisterende arbejdsprocesser og udvikling af nye renoverings- og installationsmetoder sker med en sådan hast, at denne håndbogs mange dokumenterede fakta og brugererfaringer kun kan stå som et øjebliksbillede: Sådan var stedet i NO-DIG branchen i 2002!

Hvordan bliver så fremtiden for de opgravningsfrie metoder? Der er intet så vanskeligt som at spå om fremtiden. Men en mulig metode til at danne sig et indtryk af fremtiden på, er ved at iagttage fortiden. Den trend og hastighed, hvormed tendenserne omkring NO-DIG branchen har udviklet sig i de seneste årtier, kan give en idé om, i hvilke retninger og med hvilke hastigheder udviklingen vil gå.

20.1 Status over de sidste 40 år.

I 60'erne

startede de første spæde forsøg på itrækning af mindre rør i eksisterende rør. Da plastrørene kom på markedet, blev denne renoveringsmetode mere anvendt og der udføres i dag et stort antal projekter – de såkaldte slipliningsmetoder – i de ledningssystemer, hvor en mindre diameter med fordele kan anvendes.

I 70'erne

så rørsprængning dagens lys. De steder, hvor sliplining ikke var anvendelig på grund af den mindre dimension, begyndte en udvikling af udstyr, som kunne fortrænge og/eller sprænge det eksisterende rør. Det var i starten beton, ler og asbestmaterialerne der blev fokuseret på, men udviklingen fortsatte, så det i dag næsten er alle materialer, der kan rørsprænges.

I 80'erne

kom de første strømper til verden. Londons bystyre meddelte i midten af 70'erne, at man ikke ville acceptere de mange opgravninger, som var til stor gene for den daglige trafik. Dette var startskuddet til verdens mest anvendte renoveringssystem de næste mange år. Det var

også i dette årti, at den store udvikling kom inden for TV-inspektioner.

I 90'erne

fortsatte udviklingen af førnævnte metoder, og nye så dagens lys. Mange nye produkter var et resultat af den fortsatte produktudvikling og kan generelt betragtes som supplement til eksisterende opgravningsfrie renoverings- og installationsmetoder. Den eneste helt nye metode var styret boring, som var den første opgravningsfrie installationsmetode. Denne metode har haft en epokegørende udvikling og har allerede opnået et markant marked.

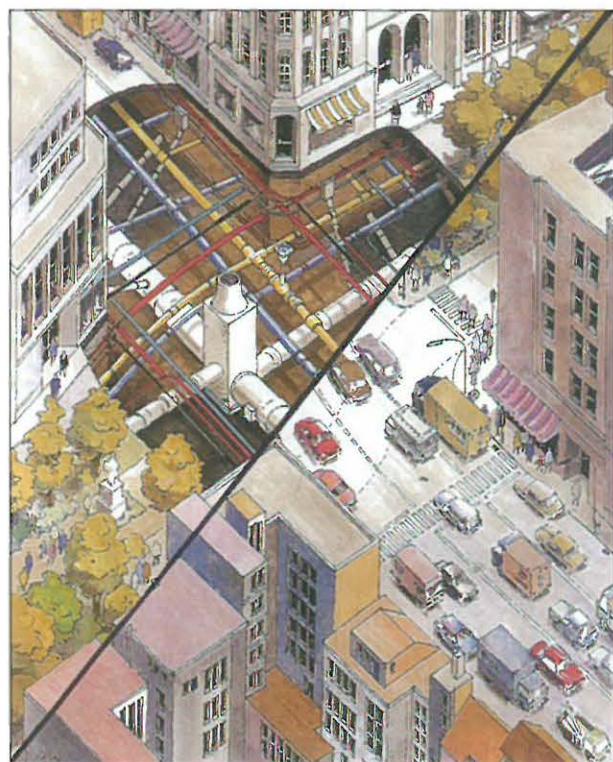
Og nu står vi så her på tærsklen til endnu et årti, og forsøger at give et bud på udviklingstendenser for anvendelse og udførelse af NO-DIG metoder. Ser vi på fortiden, vil der fortsat ske udvikling af supplerende metoder samt forbedring og optimering af eksisterende arbejdsmetoder. Men også fokusering på arbejdsmiljø, dokumentation og proceskontrol vil formodentlig være nøgleord i fremtidens NO-DIG arbejder.

En ting er vel sikkert – også i den nærmeste fremtid. Der vil stadig være entreprenører, rådgivere og bygherre, der vil anvende NO-DIG-metoder, hvor de vurderes fordelagtige at anvende. Det er derfor nærliggende at lade disse tre parter give hver deres bud på, hvordan fremtiden ser ud inden for anvendelse af renoverings- og installationsmetoder i deres daglige arbejde.

20.2 En entreprenørs scenarium

I Danmark vil der ske en fortsat fremmarch for de metoder, der er tilsluttet en kontrolordning. I Norge og Sverige er der i dag ingen kontrolordninger, men næsten alle de systemer, der anvendes i de to lande, er tilsluttet de danske kontrolordninger via de danske entreprenører. Kontrolordningerne bør således gøres til et fælles nordisk anliggende. Kontrolordningerne vil komme til at indeholde alle NO-DIG metoderne, også for stikledninger og punktreparker.

Der vil forekomme en øget fokus på nye og renoverede ledningers egenskaber, specielt styrke, tæthed og resistens, ligesom der vil blive sat fokus på ledningssystemets samlede ruhed, og dermed den hydrauliske virkemåde. Alle metoder skal baseres på minimum 100 års levetid.



Byens komplekse ledningsnet under jorden.

Personale- og arbejdsmiljøet vil blive prioriteret maksimalt.

Der vil være en stor samfundsmæssig forventning til, at der ikke sker forurening af drikkevand og omgivelserne i øvrigt. Dette vil derfor medføre en øget fokus på, at medier der transporteres i ledningssystemer holdes i det ledningssystem, det er planlagt til.

Altså:

- drikkevand i drikkevandsledninger
- spildevand i spildevandsledninger
- kondensvand i kondensledninger
- industrivand i industriledninger o.s.v.

Da de sidste mange års skader i stor udstrækning har været knyttet til samlingerne, vil der fremover i større udstrækning blive anvendt løsninger med lange rør, og dermed få rørsamlinger. Dette gælder for såvel de traditionelle opgravningsløsninger som for NO-DIG metoderne. Da der gennem de seneste mange år i stor udstrækning er anvendt løsninger med korte rør, og dermed mange samlinger, vil det samlede renoveringsbehov tiltage i omfang.

Fremtidige udbud – specielt for kommunale ledninger – vil blive for store områder, og i mange tilfælde vil der blive tale om totalforny-

elser af ledningssystemerne i hele bydele. Samtidig vil man se kombinationsløsninger mellem traditionelle og NO-DIG løsninger, både ved fornyelsesarbejder og nye installationsarbejder. Denne samling af arbejderne i større klumper vil medføre en optimering af arbejdsprocesser, så konkurrenceevnen herved kan styrkes.

Projekter i industrien vil stige i antal.

NO-DIG metoderne vil medvirke til, at der sker en forbedring af ledningssystemernes drift- og vedligeholdelse.

20.3 En rådgivers scenarium

Hvordan ser fremtidsmulighederne ud for NO-DIG set fra en rådgivers synsvinkel? Svaret er vel ikke entydigt, men det tegner umiddelbart til, at NO-DIG med tiden kan vinde større markedsandele end i dag.

Når en bygherre sammen med sin rådgiver vurderer sit valg af fornyelsesmetode, sker det normalt ud fra en samlet vurdering af tekniske, økonomiske og miljømæssige forhold.

På den tekniske side fokuseres der ofte på forhold som krav om totale løsninger, garanti for tæthed og styrke, evnen til at holde indsvining og skadedyr ude, kapacitetsproblemer samt risiko for gener af eventuelle følgevirkninger som f.eks. senere vejsammenbrud ved manglende fornyelse af ledningsanlæg. På nogle af disse områder er den traditionelle opgravning endnu de nyere NO-DIG metoder overlegen.

På den økonomiske side vægter levetiden af ledningssystemet højt. Ved at vælge kvalitetsløsningerne, og herved opnå lange levetider på 100 år eller mere, opnås der totalt set en lavere samlet udgift til vedligeholdelse af ledningsnettet. Herudover er det naturligvis anlægs- og driftsudgifter, der fokuseres på. Kapitalisering af "bløde værdier" (social costs) har gennem de seneste mange års debat vist sig uden effekt på bygherrens valg af løsning, og sådan vil det formentligt også forblive i fremtiden.

Anlægsudgiften har hidtil været NO-DIG - løsningernes primære salgsargument, men dyre stikløsninger og besparelser ved koordinering af traditionel opgravning med andre ledningsejeres arbejder har gjort, at NO-DIG metoderne også på dette område skal videreudvikle sig for at være en betydende konkurrent til den traditionelle opgravning.

Miljømæssigt mangler vi undersøgelser, der kan belyse, hvilke metoder der står sig bedst. Her tænkes ikke kun på forhold som grundvandsforurening og brug af dieselolie ved fremstilling på fabrik eller på stedet (forurening af nærområdet). Her bør også fokuseres på arbejdsmiljømæssige forhold, arbejdspladsindretning og bortskaffelses- samt genanvendelsesproblematikken.

For tiden ser vi rådgiverne foreslå NO-DIG metoder anvendt som en foring af gode store betonrør med uformindsket bæreevne, hvor renoveringens vigtigste funktion er at stoppe indsvimning i de utætte samlinger. Inden for dette område forventes gode fremtidsmuligheder for ekspansion.

Vi ser også NO-DIG metoder blive anvendt til midlertidige reparationer, typisk af ledningsstrækninger, hvor bygherren ved en tynd strømpeforing eller punktreaktion er i stand til at give den aktuelle strækning en lidt længere levetid. Herved opnår bygherren, at omlægning eller renovering af den givne strækning budgetmæssigt først placeres i en efterfølgende planperiode, og at en større budgetandel her og nu kan anvendes til de virkelig nedslidte kloakledninger, det såkaldte efterslæb.

Rådgiverne har en forpligtigelse til sammen med bygherren at gøre sig bevidst, at der her er tale om reparationer af ledningsnettet, hvor der blot opnås en forlængelse af restlevetiden. For at opnå levetider svarende til 100 år eller mere skal der etableres en ny ledning, eller der skal ske renovering af en eksisterende ledning, hvor renoveringen er dimensioneret til at være selvberende.

Som udviklingen er i øjeblikket, vil NO-DIG metoderne blive forbedret endnu mere på

det tekniske og økonomiske plan i de kommende år. Set i dette lys bør der således ikke herske tvivl om, at NO-DIG metoderne i fremtiden vil blive trukket oftere op af rådgiverens værktøjskasse som et stærkt alternativ til opgravning.

20.4 En ledningsejers scenarium

NO-DIG løsninger vil ved en styrkelse af udviklingsindsatsen og en optimering af arbejdsprocesserne udvikle sig, så de er konkurrencedygtige med de traditionelle opgravningsløsninger med hensyn til kvalitet og pris i alle normalt forekommende situationer. Inddragelse af aspekter som social cost ved valg af metode vil således være noget, man snakkede om i det 20'ende århundrede.

NO-DIG løsninger vil udvikle sig til at være komplette systemer og løsninger, der dækker alle ledningsnettets komponenter, altså hovedledninger, stikledninger og brønde samt evt. øvrige bygværker.

NO-DIG løsninger vil blive leveret med et højt kvalitetsniveau, og det vil være en selvfølge, at alle entreprenører er tilsluttet en kontrolordning og kan dokumentere minimum 100 års levetid af produkterne.

Miljørigtige produkter, baseret på en samlet vurdering fra vugge til grav, vil blive fremherskende i fremtiden. Entreprenører, der leverer NO-DIG løsninger, vil derfor som alle andre blive mødt med krav om dokumentation af deres produkters miljøregnskab, og det vil blive en afgørende parameter for valg af løsning og metode.

Ved fremtidige valg af løsninger, vil ledningsejeren i stadig stigende grad vægte metoder og løsninger, der kræver et minimum af drift- og vedligeholdelse.

Det kræver plads at grave i midtbyen.



20.5 Fremtiden er i morgen

Ingen kan med sikkerhed sige, at de tre scenarier ikke hver især indeholder en lille del af fremtiden for anvendelse af NO-DIG metoder. Og sker det, så må vi konkludere, at der er brug for NO-DIG metoder, også i fremtiden. Under alle omstændigheder kan vi konstatere, at NO-DIG metoderne har bevist, de er et godt, solidt, veldokumenteret alternativ til traditionel opgravning.

Vi tror på, at vi gennem fortsat brug af metoderne løbende vil få opbygget større erfaring, der udmønter sig i bedre produkter. Produkter med større styrke, tæthed og levetider, der langt overgår de nuværende deklarerationer. Herudover vil arbejdsprocesserne blive effektiviseret, hvorved prisniveauet formodentligt kan sænkes. Disse forhold tilsammen vil forøge konkurrenceevnen af NO-DIG metoderne, så disse i endnu større udstrækning end i dag vil være konkurrencedygtige overfor de traditionelle opgravningsløsninger.

Udgangspunktet for, at vi får brugt metoderne, er oplysning om, at metoderne eksisterer. Det har været et af målene med udarbejdelse af denne håndbog.

Index, ordbog og litteratur

- 21 Index
- 22 Ordbog
- 23 Litteraturliste og weblinks
- 24 Appendix A

A	
Acceptabelt vandtab	3■12
Acceptkriterier	4■14
Afløbsledninger	4■3
Arbejde med højtryksrensseanlæg	7■7
B	
Begrænset licitation	5■2
Bentonit	13■1, 14■4
Blød bund/lunker	4■3
Boremudder	13■2
Boreplaner og borejournaler	19■5
Borerig	13■2
Borevæske	13■2, 13■4
Brønd observation	15■3
Brønd renoverings håndbogen	15■1
Brøndindsatser	15■5
Brøndrenovering	15■1
C	
CARE W	3■2
CE-mærkning	18■5
CEN (Comité Européan de Normalisation)	18■2
CEN-standard	4■5, 4■15
Close fit foringer	10■1
Close-fit metoder	4■11
D	
Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning (DTVK)	19■1
Deklaration	19■3, 19■5
Den traditionelle metode	15■5
Det private kloaksystem	4■5
Dimensionering	3■6, 4■7, 8■5
Dimensionering af paneler	11■4
Dimensionering og svejsning	12■4
Dimensionering og svejsning	9■2
Dimensioneringskriterier	19■5
Dimensioneringskriterier for PE-rør	17■3
Dimensioneringsregler	19■4
Directional Drilling	13■1
Directors	2■1
Driftsmæssige forhold	3■1
DS (Dansk Standard)	18■2
"Døde"/ubenyttede stik	4■9
E	
E-modul	8■5
Elektrosvejsning	12■6
Europæisk teknisk godkendelse (ETA)	18■5

F

Faldmåling	4■8
Fjernelse af overskudsjord	14■2
Fjernelse af overskudsjord ved mikro- tunnelering	14■3
Foring med sammensvejste lange rør	12■2
Forundersøgelse	8■4
Fotomanual for strømpeforede ledninger	4■14
Fotomanualen	4■11
Funktionskrav	3■2
Fysiske tilstand	3■1

G

Gennempresning	14■1
Glasfiberpaneler	11■2
Guarantors	2■1
Gyroskopi	14■3

H

Harpikstyper	8■1
Homogene strømper	8■1
Horizon-tal Directional Drilling	13■1
Hulrumsinjicering	9■3
Hydrauliske hammer	12■5
Hærdning med damp	8■7
Hærdning med UV-lys	8■7
Højtryksspuling	7■3, 7■8

I

Ikke homogene strømper	8■1
Indføringsgrube	12■4
Indsivning	4■8
Injicere	11■5
Injicering	9■5, 15■6
Inkrustation	3■6
Installation	8■6
ISO (The International Organisation for Standardisation)	18■2
ISTT	2■1

J

Jordfortrængning med raket	3■6
jordfortrængningsraketten	12■1
Jordledningen	3■4
Jura/lovgivning	3■4, 4■5

K	
Kontrol af PE-rør	17■4
Kontrol og dokumentation	8■8
Kontrolordning for ledningsrenovering	19■3
Kontrolordning for styret boring og gennempresning	19■4
Kontrolordninger	19■1
Koordinering med øvrige ledningsejere og myndigheder	4■3
Krængning med luft	8■6
Krængning med vand	8■6
L	
Langrørsforing	12■2
Laserteknik	14■3
Ledningens tilgængelighed	4■4
Ledningernes driftsmæssige tilstand	4■1
Ledningernes fysiske tilstand	4■1
Levetid	4■4
Licitationslov	5■1
Lovgivning	3■9
Lækagesporing	3■7
M	
Manningtallet	4■11
Mestergis	5■2
Metode til fornyelse	4■3
Mikrotunnelering	14■1
Miljøforhold omkring produktet	8■4, 9■2, 10■2, 12■3
Miljøforhold på arbejdspladsen	8■3, 9■2, 10■2, 11■3, 12■2, 13■2, 14■1
Miljømæssige overvejelser	4■2
Modtagegrube	12■5, 14■3
MOUSE/SAMBA	4■2
N	
Navigationsudstyr	13■5
Nordisk annex	4■15
0-punktsmetoden	3■11
O	
Offentlig licitation	5■1
Opgravningsfrie installations- og renoveringsmetoder	1■1
Opmåling og registrering af brønde	15■2
Oprenset materiale	7■4
Opvarmning af foringsrøret	10■4
Overlækning	4■8

P

PE-rør	17■1
PEH-rør	17■1
PEL-rør	17■1
PEM-rør	17■1
Pilothovedets	13■5
Pilothul	13■3
Pipe bursting	12■2
Pipe cracking	12■2
Planlægning af afløbsledningers fornyelse	4■1
Planlægning af stikledningers fornyelse	4■6
Presseramme	14■3
Proceskontrol	19■4
Produkters livscyklus og miljørigtig projektering	6■2
Profiler	11■1
Punktreparation	4■4

R

Rational systematisk overvågning	3■11
Reamer	13■2, 13■4
Renovere	15■1
Rensegris	7■4
Rensning af afløbsledninger	7■1
Rensning af vandledninger	7■8
Rensning med grise	7■9
Rensning med skrabende værktøjer	7■9
Ringstivhed	8■6
Rodskæring	7■3
Rotter	4■8
RTM – teknikken	3■2
Røg	4■7
Rørsprængning	4■11, 12■1, 12■2
Rørsprængning med raket	12■5
Rørsprængning uden raket	12■1, 12■5

S

Sadelgrenrør	12■5
Samfundsomkostninger	6■1
Sammenstyrtet ledning	4■3
Sammensvejsning af PE-rør	9■4
Separatsystem	4■4
Sikkerhed	11■5
Sikkerhed og sundhed	7■6
Skaller eller elementer	15■5
Skjold for installering af rør	14■1
Sliplining	9■1
Sløjfe	15■1
Smøring	14■4
Snigende lækager	3■8
Social cost	3■1, 6■1
Sociale omkostninger	3■3
Spiralsnoede foringer	9■6

Sporstoffer	4■8
Sprøjtemetoder	15■6
Spulehoved	7■5
Spulemateriel	7■4
Spuleslanger	7■5
Spulevogne	7■4
SSTT	1■1
Standarder for lednings- renovering	18■2
Start- og modtagegrube	13■2
Startgruppe	14■2
Stikledninger	3■4
Stikledningernes ejerforhold	4■6
Stiktilslutninger frigraves	12■3
Strømpeforing	4■10, 8■1
Stuksvejsning	17■4
Styret underboring	3■6
Styring	14■3
Stålrørsramning	14■1
Svejsevulster	9■4
Swagelining	10■1
Systematisk lækagesøgning	3■13

T

Tekniske forhold	3■2, 4■3
Tilslutning af stikledninger og grenrør	9■4
Trykrør af PE	17■1
TV-inspektion	4■7, 4■11
Tæthedsprøvning	17■5, 4■7

U

Udbudsbetingelser	5■1
Uddannelse	7■6
Udførelsestid	4■5
Udhærdning med UV-lys	8■6
Udsivning	4■9
Ulemper for omgivelserne	4■5
Underhåndsbud	5■2
Undersøgelse af stikledninger	4■9
Undersøgelsesmetoder	4■7
Uægte vandtab	3■9

V

Valg af metode til fornyelse af stikledninger	4■10
Vandledninger	3■1
Vandledningers fornyelse	3■1
Vandtab	3■9

W

Walkover	13■5
----------	------

Æ

Ægte vandtab	3■9
--------------	-----

Ø

Økonomi	3■1, 3■3
Økonomiske Forhold	4■4

AFRUNDING

Forberedende arbejde, hvor et udviderværktøj indsættes i et deformeret rør, så det får et cirkelformet tværsnit igen. Normalt udføres afrunding, før der indsættes en permanent liner eller et støttebånd.

AFSTANDSSTYKKE

Anordning, der bruges til at forlænge den afstand, som de hydrauliske stempler kan drive røret fremad i et gennempresningssystem.

BOREHUL

Hulrum, hvor et rør, en ledning eller et kabel skal indføres.

BOREKRONE/-HOVED

Værktøj, som udgraver jorden foran borestrengen, normalt på mekanisk vis.

BORESTRENG

Den samlede længde af borestænger/-rør, borehoved, drejeled osv. i et borehul.

BORET STRÆKNING

Den strækning, der udgraves i løbet af et bestemt tidsrum (skift eller dag).

BOREVÆSKE/-MUDDER

Blanding af vand og, sædvanligvis, bentonit eller polymer, som kontinuerligt pumpes hen til skærehovedet eller borekronen for at gøre det lettere at fjerne udboret materiale, stabilisere borehullet, køle borehovedet og smøre produktroret. I tilfælde af egnede jordbundsforhold kan det være tilstrækkeligt udelukkende at bruge vand.

BORING MED VÆSKE UNDER TRYK

Guided boring, hvor skærekraften tilvejebringes af en kombination af mekanisk boring og tryksatte borevæskestråler.

CAN

Det primære modul i en skjoldmaskine, der f.eks. bruges til mikrotunnellering eller i en tunnelboremaskine. Der kan bruges to eller flere moduler, afhængig af de dimensioner, installationen kræver, og om der forefindes en leddet forbindelse, som gør det lettere at styre skjoldet.

CLOSE-FIT

Se FORING MED CLOSE-FIT RØR

CRUSH LINING

Se PIPE EATING

EARTH PIERCING

Term brugt i Nordamerika som synonym for jordfortrængning med raket.

EPB

Forkortelse for Earth Pressure Balance (jordtryksbalance).

FORBEREDENDE ARBEJDE

Den del af et projekt, som normalt gennemføres før selve renoveringsarbejdet. Omfatter forberedende rengøring og indvendig inspektion.

FORBEREDENDE RENGØRING

Indvendig rengøring af rør, især kloakker, før inspektion – normalt ved hjælp af højtryksspuling og bortskaffelse af materiale, hvor dette er nødvendigt.

FORERØR

Rør, som understøtter et borehul. Der er normalt ikke tale om et produktør.

FORERØRSMETODEN

Metode, hvor et forerør, normalt af stål, presses på plads ved hjælp af gennempresning. Senere indføres der så et produktør i dette.

FORET BOREHUL

Borehul, hvor der indsættes et rør, sædvanligvis en ståluffe, mens der bores. Forbindes normalt med snegleboring eller gennempresning.

FRI BORING

Snegleboring, hvor der ikke bruges foringsrør.

FUGNING

Reparation af murede kloakker eller brønde, hvor der påføres cementmørtel på de beskadigede steder.

FYLDSTOF TIL HULRUM

Materiale, som injiceres i hulrummet mellem det eksisterende rør og liningsystemet.

GENNEMPRESNING

Direkte installation af rør bag en skjoldmaskine ved hjælp af hydraulik eller andre former for itrækning fra en indføringsgrube, så rørene udgør en kontinuerlig streng i jorden.

GENNEMPRESNING MED MELLEMLIGGENDE STATIONER

Gennempresningsmetode, hvor trykkraften omforderes ved hjælp af mellemliggende pressestationer.

GENNEMPRESNINGSRØR

Rør beregnet til brug ved gennempresningsopgaver.

GENNEMPRESNINGSSKJOLD

Præfabrikeret stålcylder, hvorfra udgravning foretages enten manuelt eller mekanisk. I skjoldet er der indbygget funktioner til styring af borestreng og niveau.

GUIDED BORING

Se GUIDED DRILLING

GUIDED DRILLING

Metode til installation af rør, ledninger og kabler ved hjælp af en borerig, der indføres fra jordoverfladen. Et pilotborehul laves efterfølgende med en roterende borestreng og udvides ved hjælp af en reamer, så størrelsen kommer til at passe til produktet. Den afvigelse, der er nødvendig for pilotboringen, tilvejebringes af borehovedets skrå endeflade, excentriske væskestråler eller en kombination af disse, normalt sammen med en lokalisator.

HASTIGHED

Den hastighed, som gennempresning eller andre opgravningsfrie installationsteknikker gennemføres med. Udtrykkes normalt enten i millimeter pr. minut eller meter pr. dag.

HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING (HDD)

Se STYRET BORING

HØJTRYKSSPULING

Metode til rensning af den indvendige side af rørledninger ved hjælp af vandstråler under tryk.

IMPACT RAMMING

Se STÅLRØRSRAMNING

IN LINE/ON LINE UDSKIFTNING

Se UDSKIFTNING

INDFØRINGSGRUBE

Det samme som en startgrube, men forbindes normalt med indføringen af et jordfortrængningsværktøj eller lignende.

INDFØRINGSGRUBE

Udgravning, hvor udstyr til brug ved opgravningsfrie renoveringsteknikker indføres for at installere eller renovere et rør, en ledning eller et kabel. I udgravningen kan der eventuelt også være en væg, som kan overføre trykbelastninger til undergrunden.

INDGANGS-/UDGANGSVINKEL

Borestrengens indgangs-/udgangsvinkel i forhold til jordoverfladen ved boring af pilotborehullet i forbindelse med styret boring.

INDLEDENDE MEKANISK REPARATION

Se AFRUNDING

INDSPRØJTNING AF HARPIKS

Metode brugt til punktrepARATION i rør, normalt kloakker, hvor harpiks indsprøjtes i revner, defekte områder eller huller. Harpiksen hærdere derefter, hvilket forhindrer lækager og yderligere ødelæggelse.

INDSTRØMNING

Vand, der udledes i et spildevandssystem og stikledninger fra kilder på jordens overflade.

INDVENDIG INSPEKTION

Metode til vurdering af rørs tilstand, enten ved hjælp af visuel inspektion eller fjernstyrede instrumenter.

INFILTRATION

Vand fra omkringliggende jord, som trænger ind i en rørledning via defekter i rør og samlinger eller gennem stikledninger, brønde og nedgangsbrønde.

INFILTRATION/INDSTRØMNING (I/I)

Den samlede mængde vand fra både infiltration og indstrømning, uden at der skelnes mellem kilderne.

INGEN NEDSTIGNING

Rør, kanal eller borehul, hvis størrelse umuliggør nedstigning.

INJICERING

Metode til udfyldning af hulrum, udføres normalt med cementmørtel.

INJICERING AF KEMIKALIER

Metode til behandling af undergrunden omkring en skakt eller en rørledning, hvor der anvendes ikke-cementholdige blandinger for at muliggøre eller lette installationen af bygningsværker under jorden.

INTERJACK STATION

Se **MELLEMLIGGENDE PRESSESTATION**

INTERJACKRØR

Rør beregnet til brug i en mellemliggende pressestation.

JERNCEMENT

Materiale bestående af cementholdige elementer og stålelementer, som udgør en strukturel lining, der enten skal installeres på stedet i store rørledninger eller tunneller. De kan også udføres som segmenter til senere installation.

JETSTRÅLESKÆRING

Guided boring, hvor der skæres i jorden ved hjælp af tryksatte væskestråler.

JORDBUNDSHÆVNING

Forskydning af jordbunden, så jordoverfladen hæver sig.

JORDBUNDSSÆNKNING

Proces, hvor jorden fortrænges, hvilket forårsager nedsynkning ved overfladen.

JORDFORTRÆNGNING MED RAKET

Metode til udførelse af et borehul inde i en rørføring, der normalt er torpedoformet, ved hjælp af en pneumatisk eller hydraulisk hammer. Termen anvendes normalt om ikke-styrbare eller begrænsede styreanordninger, der ikke

har en fast forbindelse til indføringsgruben, og hvor jordens modstand bruges til at skabe fremdrift. Under processen fjernes jorden ikke, men fortrænges i stedet for. I tilfælde af passende jordbundsforhold er det muligt at lave et ikke-understøttet borehul eller trække/skubbe et rør ind bag raketten. Kabler kan også itrækkes.

JORDTRYKSUDLIGNINGSMASKINE (EPB)

En slags mikrotunnelleringsmaskine, hvor materialet foran maskinen udsættes for mekanisk tryk og styres med det formål at sikre korrekt modvægt til jordtrykket og dermed forhindre jordbundshævning eller -sænkning. Termen anvendes normalt i de tilfælde, hvor trykket tilvejebringes af den primære pressestation i indføringsgruben, eller i forbindelse med systemer, hvor modvægten til jordtrykket primært leveres af tryksat borevæske eller slam.

JORDTRYKSUDLIGNINGSSKJOLD (EPB)

Mekanisk tunnellerings skjold, hvor hele forsidens understøtter jorden foran skjoldet. Materialet bortskaffes normalt på kontrolleret vis ved hjælp af snegle.

KEMISK STABILISERING

Renoveringsmetode, hvor en ledningsstrækning lukkes af mellem to brønde ved på hensigtsmæssige steder at indføre én eller flere opløste kemikalieblandinger i røret og den omkringliggende jord, så der fremkaldes en kemisk reaktion. Med sådanne systemer er det muligt f.eks. at lukke revner og huller, lave en ny rørvæg med forbedrede hydrauliske egenskaber eller stabilisere undergrunden.

KONTINUERLIG SLIPLINING

Se **LINING MED KONTINUERLIGE RØR**

KORTRØRS-SLIPLINING

Se **LINING MED KORTE RØR**

LAVLASTMETODE

Gennempresningsmetode, hvor trykkraften absorberes af en anden enhed end det rør, der skal installeres. Røret optager kun lidt eller ingen trykkraft.

LINING MED CLOSE-FIT RØR

Metode, hvor lining udføres med et kontinuerligt rør med reduceret tværsnit for at lette installationen. Røret udvides efter installationen, så det passer tæt ind til det eksisterende rør.

LINING MED INDSAT STRØMPE

Lining, hvor der bruges en løstsiddende, armeret strømpe, der liner røret, så det kan transportere væsker under tryk.

LINING MED KONTINUERLIGE RØR

Lining, hvor et rør før installation forlænges i hele længden af den sektion, der skal renoveres. Røret er ikke formet på en sådan måde, at der opnås en diameter, som er mindre end dets endelige diameter efter installation.

LINING MED KORTE RØR

Lining, hvor der bruges rør, som er kortere end den sektion, der skal renoveres. Rørene samles ikke til et kontinuerligt rør før installationen og er ikke formet på en sådan måde, at der opnås en diameter, som er mindre end den endelige diameter efter installationen.

LINING MED PANELER

Lining, hvor der bruges paneler bestående af minimum to stykker med både langsgående og perifere samlinger.

LINING MED SAMMENFOLDEDE PLASTRØR

Rørrenovering, hvor en liner foldes og dermed gøres mindre, før den indsættes og føres tilbage til sin oprindelige størrelse ved hjælp af tryk og/eller varme.

LINING MED SPIRALSNOEDE RØR

Lining, hvor der bruges et profileret, spiralsnoet rør, så der formes et kontinuerligt rør efter installation.

LINING MED STRØMPEFORING

Lining, hvor der bruges en fleksibel strømpe, som er imprægneret med termohærdende harpiks, der efter hærkning udgør et rør.

LIVE INSTALLATION

Metode til installation af liner, mens produkt-røret er i brug.

LOKALISATOR

Et elektronisk instrument, som bruges til at fastslå positionen og styrken af elektromagnetiske signaler, der udsendes af en transmittersonde anbragt i pilothovedet i et boresystem, i et jordfortrængningsværktøj eller fra eksisterende aktiverede servicepunkter i jorden. Kaldes nogle gange et Walkover system.

MANCHET

Rør installeret som udvendig beskyttelse for et produktør.

MANUELT MEKANISK SKJOLD

Delvist styrbart, åbent skjold til manuel bortskaffelse af udgravet materiale.

MELLEMLIGGENDE PRESSESTATION

Et præfabrikeret stålskjold med hydrauliske donkrafte, der er beregnet til drift mellem interjackrør med det formål at tilvejebringe gradvist stigende trykkraft eller omfordele trykkraft på lange strækninger, hvor rør gennempresses.

MIDI-RIG

Styrbar borerig indført fra jordoverfladen til installation af rør, ledninger og kabler. Bruges på mellemstore borerigge enten som små boremaskiner til styret boring eller store boremaskiner til guided boring. Borestrengen kan spores enten ved hjælp af et undersøgelsesværktøj beregnet til nedsænkning i en grube eller en lokalisateur.

MIKROTUNNELLERING

Styrbar metode til fjernstyring af gennempresningsprocessen, som bruges til installation af rør med en diameter, der er mindre end den, der er tilladt for manuel nedstigning. I Nordamerika bruges termen til at beskrive fjernstyret, kontinuerlig gennempresning af rør i alle di metre.

MINI-HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING

Alternativ term for Guided boring.

MODIFICERET SLIPLINING

Se LINING MED STRØMPEFORING

MODTAGEGRUBE

Udgravning, hvor udstyr til brug ved opgravningsfrie teknikker indføres og hentes tilbage, mens produktør, ledninger eller kabler installeres eller renoveres.

MÅLGRUBE

Se MODTAGEGRUBE

MÅLING UNDER BORING

Instrument i et borehul, som kontinuerligt tilvejebringer data, mens boringen foregår. Data overføres normalt til et display på eller tæt ved boreriggen.

NEDSTIGNING

Enhver operation, hvor operatører skal stige ned i rør, kanaler eller borehuller.

NOMINEL STØRRELSE

Størrelse på det rør eller den skakt, der bruges til at definere den indvendige arbejdsdiameter.

OPGRADERING

Metode, hvor tværsnittet på et eksisterende rør gøres større ved at udskifte det med et rør med en større diameter.

OPGRAVNING

Se ÅBEN UDGRAVNING

OPGRAVNINGSFRI TEKNIK

Metode til installation af forsyningsledninger og andre rør, rehabilitering, udskiftning, renovering, reparation, inspektion, lokalisering og lækagesporing, som kræver minimum udgravning fra jordoverfladen.

OVALITET

Forskellen mellem den maksimale og minimale diameter divideret med gennemsnitsdiameteren på et vilkårligt rørtværsnit. Udtrykkes normalt i procent.

OVERFLADESTABILITET

Stabiliteten af de udgravede sider i en tunnel eller en gennempresning.

OVERTRÆKSRØR

Roterende borerør med en større diameter end pilotboret, som anbringes omkring røret, så den forreste kant ikke rager nær så langt frem. Det

har til formål at afstive borerøret, så det kan styres i lange borehuller, at reducere friktion mellem borestrengen og jorden samt lette cirkulationen af borevæske. Se STYRET BORING

PILOTBOREHUL

Første del af en – normalt styrbar – boreoperation, hvor der senere skal udføres reaming eller andre former for udvidelse. Anvendes oftest i forbindelse med guidede boring, styret boring og to-trins mikrotunnelleringsystemer.

PIPE EATING

Udskiftning, som normalt baserer sig på mikrotunnellering, hvor et defekt rør udgraves sammen med den omkringliggende jord, og et nyt rør installeres. Skjoldmaskinen, der bruges til mikrotunnelleringen, skal normalt have en vis knusekapacitet. Det defekte rør kan fyldes med mørtel for at forbedre styreegenskaberne. Alternativt kan røret foran skjoldet tættes ved hjælp af et snabelinstrument.

PLØJNING AF KANAL TIL RAKET

Et rør installeres ved at trække en plov gennem jorden samtidig med, at et kontinuerligt rør fødes ind i den øverste del af ploven og installeres fra den bagerste del af ploven.

POINT SOURCE REPAIR

Se PUNKTREPARATIONER

PRODUKTRØR

Permanent rør til operationelle formål.

PUNKTREPARATION

Reparationsarbejde på et rør, især kloakrør, der udføres i længder, som er mindre end strækningen mellem to brønde beliggende ved siden af hinanden.

RAKET

Se JORDFORTRÆNGNING
MED RAKET

REAMER

Skærehoved fastgjort til den forreste del af en borestreng med det formål at udvide det pilotborehul, der skal bruges i forbindelse med tilbagetrækning, og gøre det muligt at installere produktør.

REHABILITERING

Alle metoder til istandsættelse eller forbedring af kapaciteten i en eksisterende rørledning.

RENOVERING

Renoveringsmetoder, hvor det hele eller en del af rørets oprindelige materiale genanvendes og dets nuværende kapacitet forbedres.

RENOVERINGSMODENT RØR

Rør, som skal renoveres ved hjælp af en opgravningsfri renoveringsmetode.

REPARATION

Reparation af lokale skader.

RETABLERING

Metode til tilbagefyldning, komprimering og gendannelse af overfladen med henblik på at retablere overfladen og underliggende strukturer, så de kan udføre deres tiltænkte funktion.

ROBOT

Fjernstyret kontrolanordning med lukket TV-system (CCTV), der hovedsageligt bruges til punktrepARATIONER, som f.eks. fjernelse af forhindringer, genåbning af stikledninger, slibning, efterfyldning af defekte områder samt indsprøjtning af harpiks i revner og hulrum.

RØRBØJNING

Forskudt del af en borestreng tæt bag ved borehovedet, som gør det muligt at korrigere styringen ved at rotere borestrengen. Derved kommer skærehovedet til at pege i den ønskede retning.

RØRDRIVNING

Metode til forberedelse af et pilotborehul. Et rør med et lukket hoved og en fast forbindelse drives fra en indføringsgrube og ned i undergrunden, hvorved jorden fortrænges. Begrænset styring og overvågning kan opnås, normalt ved hjælp af en lokalisator.

RØRFORSKYDNING

Term brugt i Nordamerika.

RØRITRÆKNING

Udskiftning af rør med lille diameter, hvor et nyt produktør fastgøres til det eksisterende rør, som derefter trækkes ud af jorden.

RØRSPLITNING

Udskiftning, hvor det eksisterende rør brækkes i stykker ved at skære det op på langs. Samtidig kan et nyt rør med samme eller større diameter trækkes ind bag opskæringsværktøjet.

RØRSPRÆNGNING

Renovering, hvor det eksisterende rør knuses ved at påføre mekanisk kraft indefra. Rørstumperne fortrænges ud i den omkringliggende jord, og det nye rør (samme eller større diameter) itrækkes i samme arbejdsgang.

RØRSYSTEM

Indbyrdes forbundet rørværk til transport af væske.

SEGMENTVIS LINING

Se LINING MED PANELER

SEGMENTVIS SLIPLINING

Se LINING MED KORTE RØR

SERVICEKORRIDOR

Kanal, hvor der er installeret to eller flere serviceledninger, og hvor der kan udføres vedligeholdelsesarbejde. På engelsk kaldes denne også Common Utility Tunnel, Common Duct eller Utilidor.

SKJOLD

Ikke-mekanisk skjold med en kontrolleret og delvist lukket forside.

SKJOLD MED ÅBEN FORSIDE

Skjold, hvor udgravning foretages manuelt inde fra et stålrør anbragt i fronten.

SKJOLDTUNNELLERING

Metode til udgravning af jord forrest i en tunnel eller en gennempresning ved hjælp af et skjold.

SKÆREHOVED

Værktøj eller værktøjssystem monteret på et fælles stativ, som graver jord væk foran borehul-

let. Bruges normalt i forbindelse med mekaniske udgravningsmetoder.

SKÆRING MED VÆSKE Se JETSTRÅLESKÆRING

SLAMSKJOLDMETODEN

Metode, hvor der bruges et mekanisk tunnellingsskjold med lukket forside til at bortskaffe udgravet materiale og afbalancere grundvandstrykket ved hjælp af hydraulik.

SLAMSKÆRM

Skærm til jordtryksbalancering, hvor der tilsættes jordforbedringsmidler for at lette udgravningen.

SLIPLINING

Generel betegnelse for liningmetoder, hvor der henholdsvis anvendes kontinuerlige rør og korte rør.

SMAL UDGRAVNING

Udførelse af en udgravning op til 100 mm bredere end den udvendige diameter på det rør, som skal installeres. Normalt bruges enten et gravehjul eller en rendegraver af kædetypen.

SMØRING

Metode til at reducere friktionen, enten når et rør gennempreses eller en brønd nedsænkes i jorden.

SNEGLEBORING

Metode til at frembringe et borehul, normalt fra en indføringsgrube, hvor der benyttes et roterende skærehoved. Udgravet jord transporteres bagud til indføringsgruben af spiralformede snegle, som roterer i en stålforing. Udstyret kan have visse begrænsninger med hensyn til styring.

SNEGLETUNNELBOREMASKINE

Tunnelboremaskine (TBM), der transporterer udgravet jord bagud til indføringsgruben ved hjælp af snegle. Disse snegle passerer gennem produkttrøret, som installeres bag ved tunnelboremaskinen.

SOFT LINING

Se LINING MED STRØMPEFORING

SPIRALSNOET LINER

Se LINING MED SPIRALSNOEDE RØR

SPRAY LINING

Metode til påføring af liner, normalt cementmørtel eller harpiks, ved hjælp af et roterende sprøjtehoved, som trækkes gennem et eksisterende rør.

SSES

Står for 'Sewer System Evaluation Survey' og er en undersøgelse af kloaksystemer (bissystemer) med henblik på at fastlægge infiltrations- og vandtilstrømningsniveauet.

STABILISERING

Se KEMISK STABILISERING

STANDARD STØRRELSESFORHOLD

Forholdet mellem et rørs mindste udvendige diameter og vægtykkelsen.

STRØMPEFORING (CIPP)

Se LINING MED STRØMPEFORING

STYRBAR JORDFORTRÆNGNING

Metode, der ligner jordfortrængning med raket, men hvor styringsmulighederne er begrænsede.

STYRERØR

Styrerør beregnet til at passe ind i den bagerste del af et gennempresningsskjold. Den bagerste del af skjoldet er monteret oven over dette rør.

STYRESKINNE

Anordning, der i forbindelse med gennempresning bruges til at støtte eller styre skjoldet og derefter røret inde i indføringsgruben.

STYRET BORING

Styrbar metode til installation af rør, ledninger og kabler i en flad bue ved hjælp af en borerig, som indføres fra jordoverfladen. Termen anvendes især om store krydsninger, hvor et væskefyldt pilothul bores uden at rotere borestrengen og derefter udvides ved hjælp af et overtræksrør og en reamer, så størrelsen kommer til at passe til produkttrøret. Den nødvendige afvigelse i forbindelse med pilotboringen opnås ved at montere en rørbøjning.

STYRET SNEGLEBORING

Snegleboring, hvor styremekanismens aktuator er placeret i indføringsgruben. Termen kan også anvendes om de snegleboringsystemer, hvor foringen er fastgjort ved hjælp af en rudimentær ledforbindelse i nærheden af skærehovedet, som styres fra indføringsgruben ved hjælp af borestængerne.

STÅLRØSRAMNING

Ikke-styrbar metode til udførelse af borehuller, hvor et stålrør – normalt med åbne ender – tvinges igennem fra en indføringsgrube ved hjælp af en slaghammer. Jorden kan fjernes ved hjælp af snegle, højtryksspuling eller trykluft. En lukket foring kan bruges, hvis jordens tilstand tillader dette.

SWAGELINING

Liningmetode, hvor der bruges close-fit rør, hvor diameteren reduceres midlertidigt ved at lade røret passere gennem én eller flere matrixer, som kan opvarmes. Dette er ét af BG plc's registrerede varemærker.

THRUST PIT

Se **INDFØRINGSGRUBE**

TILBAGETRÆKNING

Den del af en guided boring eller styret boring, hvor borestrengen trækkes tilbage gennem borehullet til indføringsgruben eller en borerig på jordoverfladen, mens produktørret normalt installeres på samme tid.

TRADITIONEL TUNNELGRAVNING

Metode til udgravning af tunneller, som omfatter alt lige fra manuel udgravning til brugen af selvkørende tunnelboremaskiner. Fastboltede segmentringe bruges ofte, når det er nødvendigt at fore et rør.

TRYK

Kraft, der påføres et rør eller en borestreng for at drive røret/strengen gennem jorden.

TRYKBORING

Denne term bruges normalt ikke. Anvendes nogle gange for forskellige opgravningsfrie installationsteknikker. Se **RØRDRIVNING**

TRYKGENNEMPRESNING

Metode, hvor et rør presses gennem jorden uden nogen form for mekanisk udgravning af materiale i den forreste del af røret.

TRYKKRAFT

Kraft, som påføres rør i forbindelse med gennempresning.

TRYKLUFTEMETODEN

Generel term, som inden for opgravningsfrie renoveringsteknikker henviser til brugen af trykluft i en tunnel eller skakt for at udligne grundvandstrykket og forhindre vandindtrængen i en åben udgravning.

TRYKRING

Belastningsspredende anordning, som overfører kraft fra de hydrauliske stempler til røret under gennempresning.

TRÆKKRAFT

Den trækraft, som påføres en borestreng ved tilbagetrækning. Borerigge til guidede og styret boring klassificeres normalt i forhold til deres maksimale tilbagetrækningskraft.

TUNNELBOREMASKINE (TBM)

En maskine, som udgraver en tunnel ved at ud-bore hele strækningen i fuld størrelse i én arbejdsgang. Den kan styres inde fra skjoldet eller fjernstyres.

TV-INSPEKTION

Lukket TV-system, der anvendes til indvendig inspektion af rørledninger.

TÆTNING

Generel term, som inden for opgravningsfrie teknikker bruges om metoder til lukning af samlinger mellem rør eller liningsegmenter.

TÆTNING AF SAMLINGER

Metode, hvor en oppustelig pakning indsættes i en rørledning for at lukke en lækkende samling. Harpiks eller mørtel indsprøjtes, indtil samlingen er tæt, hvorefter pakningen fjernes.

TØRT BOREHUL

Metode til at frembringe et borehul uden brug af borevæske. Forbindes normalt med styret jordfortrængning med raket, men kan også bruges i forbindelse med visse rotationsmetoder.

UDSKIFTNING

Metoder til rehabilitering af en eksisterende rørledning, hvor der installeres et nyt system, enten på eller ved siden af den eksisterende ledning, uden at bruge det oprindelige materiale.

UDVIDER

Et værktøj til udvidelse af pilotborehuller i forbindelse med tilbagetrækningsoperationer. Værktøjet komprimerer den omkringliggende jord i stedet for at udgrave den. Nogle gange bruges værktøjet også i forbindelse med gen-nempresning og tilbagetrækning.

UFORET BOREHUL

Selvbærende borehul uden lining eller rør indsat, hvadenten det er midlertidigt eller permanent.

UNDERSØGELSESVÆRKTØJER

Udstyr og instrumenter til nedsenkning i en grube, som bruges til at fastslå et borehuls position i forbindelse med styret boring eller undersøgelse på stedet.

WALKOVER SYSTEM

Se LOKALISATOR

ÅBEN UDGRAVNING

Metode, hvor der opnås adgang til røret ved at udgrave fra terrænhøjde til det ønskede niveau for at installere, vedligeholde eller inspicere et rør, en ledning eller et kabel. Udgravningen fyldes derefter op, og overfladen retableres.



Kapitel 3 - Vandledninger

- Dansk Vandteknisk Forening Kursus i Vandforsyningsteknik XXXIII, Århus Universitet 26. – 29. marts 1984.
- Skatteministeriets lovbekendtgørelse nr. 6756 af 134. juli 1994, Bekendtgørelse af lov om afgift på ledningsfort vand.
- Danske Vandværkers Forening, Vandforsyningsstatistik 1999
- Projektarbejde under Vandteknisk Udvalg, lækageundersøgelse – vandtab og lækager på vandforsyningers ledningsnet, 1980.

Kapitel 5 - Udbud af No-Dig opgaver

Danske Vandværkers Forening, Planlægning af vandledninger fornyelse. Vejledning nr 10, 1995.

Kapitel 6 - Social cost - miljø

- PRISEK, Prioritering Samhållkonsekvenser Ekonomi, Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson, VA-Forsk 1992-10
- Håndbog i miljørigtig projektering, BPS-centret, 1997
- Miljørigtig projektering af afløbssystemer, Nordisk Wavin, 1998
- Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei Kanalsanierungen, Georg Grunwald, Ruhr Universität, 1997
- Nytte-kostnadsanalyser, Prinsipper for lønnsomhedsvurderinger i offentlig sektor, Norges offentlige utredninger, NOU 1997: 27
- Indirect Costs of Utility Placement and Repair Beneath Streets, Minnesota Department of Transportation, 1994
- Miljøvurdering af afløbsrør i PVC, PE, PP og Beton, Nordisk Plastrørsguppe, 1997
- Hur tolkas en LCA-rapport ? Göran Svensson, VA-Forsk 1998-17

Kapitel 7 - Rensning af ledninger

- Rensning af afløbssystemer, Rørcenter-anvisning 006, efterår 2001
- Kursushandbok – SESC, BL Consult, Sweden
- Arbejdstilsynets Bekendtgørelse nr. 473 af 7. Oktober 1983, Bekendtgørelse om kloakarbejde m.v
- Arbejdstilsynets Bekendtgørelse nr.9 af 14. Januar 1988, Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om kloakarbejde m.v

- At-meddelelse nr. 4.04.18 af oktober 1990, Arbejde med højtryksrenseanlæg
- DS 432, Dansk Ingeniørforenings Norm for "Afløbssystemer".

Kapitel 8 - Strømpeforinger

- Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Meddelande VAV M61, dec. 1987
- Polyteknisk Forlag, Anlægsteknik, 2001
- VAV P66, Renovering af afløbsledninger, udgivet af Svenska vatten- och avloppsverksföreningen. Udgave sept. 1989
- VAFORS-rapport 1999:20. Servisavloppsledningar - erfarenheter och råd vid schaktfri renovering
- Per Aarsleff A/S. Focus på stik. 05.99

Kapitel 9 - Sliplining

- Design and Installation of Buried Plastic Pipes af Lars-Eric Janson og Jan Molin
- Sewerage Rehabilitation Manual – Water Research Centre
- Rørleverandørernes produktkataloger
- Renovering af afløbsledninger - retningslinier for valg, dimensionering og udførelse. TI 1989
- Renovering af vandledninger – retningslinier for valg, dimensionering og udførelse. TI 1995

Persongalleri tilknyttet de danske kontrolordninger 2001.

Kapitel 19 - Kontrolordninger

Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning (DTVK).

DTVK administreres af et uafhængigt kontroludvalg, der består af:

- Per Jacobsen, Københavns Energi (udpeget af Kommunalteknisk Chefforening),
- Nis Buchardt, NIRAS (udpeget af Foreningen af rådgivende ingeniører)
- Inge Faldager, Teknologisk Institut
- Jens Lystbæk & Arvid Andersen, Danske Entreprenører, TV-inspektionsgruppen

DTVK har tilknyttet følgende to tekniske konsulenter:

- Allan Møller, Københavns Energi
- Erik Andersen, Brande Kommune

Kontrolordning for ledningsrenovering

Kontrolordningen administreres af et uafhængigt kontroludvalg, der består af

- Christian Lerche, Kalundborg Kommune (udpeget af DANAS)
- Flemming Koldborg Jensen, Roskilde Kommune (udpeget af Kommunalteknisk Chefforening)
- Morten Steen Sørensen, NIRAS (udpeget blandt medlemmer af FRI)

Det udvidede kontroludvalg består desuden af to virksomhedsrepræsentanter, som er:

- Lars Gaarn Jensen, Per Aarsleff A/S
- Bent Rasmussen, Inpipe Danmark A/S

Desuden er følgende tekniske konsulenter tilknyttet kontrolordningen:

- Per Romdal, Teknologisk Institut
- Flemming Springborg, Teknologisk Institut.

Kontrolordning for styret boring og gennempresning

Kontrolordningen administreres af et uafhængigt kontroludvalg, der består af:

- Gunnar Hansen, Kolding Kommune (udpeget af DANAS)
- Mogens Ditlev, Naturgas Midt-Nord (udpeget af FULS)
- Henrik Vinther Jensen, Teledanmark (udpeget af FULS)
- Jørgen Ølgaard, Ingeniørfirmaet Øllgaard (udpeget blandt medlemmer af FRI)

Det udvidede kontroludvalg består desuden af fire virksomhedsrepræsentanter, som er:

- Bent Hansen, Aagaard A/S, Vejle
- Karsten Haslund, Højgaard & Schultz A/S
- Rene Oppenhagen, Per Aarsleff A/S
- Michael Thomsen, NCC Danmark A/S

Der er netop indgået aftale med Københavns Energi om at tilknytte tekniske konsulenter til kontrolordningen.

Reference: www.no-dig-kontrol.dk

Metoder til vurdering af samfundsomkostninger

I dette afsnit omtales de i dag mest anvendte metoder til vurdering/beregning af effekter og til beslutning om valg af anlægsmetoder, når en bygherre ønsker at gøre effekter og gener af et ledningsarbejde mindst muligt.

- **Nuværdi-beregninger**
Her sættes i det omfang det er muligt økonomi på de enkelte effekter og gener
- **Målstyring**
Her sættes der mål og krav op for, hvad bygherren vil acceptere, og på hvilket niveau man vil acceptere forskellige effekter og gener
- **Prissætning af trafikforstyrrelser og trafikforsinkelser**
Her beregnes blandt andet på grundlag af trafikstudier et beløb for "tabt arbejdsfortjeneste", som indgår i vægtningen af anlægsmetoder
- **Alternative kontraktformer**
Her beregnes blandt andet beløb for leje af de arealer, der anvendes til anlægsarbejdet. Dette kan gøres efter forskellige principper

Endvidere kan forskellige metoder til opgørelse af effekter omkring luftforurening og støj inddrages.

Nuværdi-beregninger

Ved nuværdi-beregninger beregnes summen af samtlige kapitaliserede effekter/gener.

Ved beregningen forudsættes en kalkulerente (ofte fastsat i de enkelte lande), og man diskonterer (tilbageregner) alle fremtidige betalinger til nuværdi.

Forudsætninger ved metoden er i øvrigt:

- Alle slags omkostninger kan tages i regning under hele kalkuleperioden
- Alle slags omkostninger er sammenlignelige ved at de ved hjælp af kalkulerenten diskonteres til samme tidspunkt, nemlig tid 0 (nutid)
- Samtlige omkostninger kan summeres til en samlet kalkuleomkostning ("levetidsomkostning")

- En investering år 0 indebærer, at kapitalomkostningens nuværdi = investeringsomkostningen
- Drift- og vedligeholdelsesomkostninger under hele kalkuleperioden diskonteres til nuværdi
- Alle andre effekter/gener som f.eks. alle samfundsomkostninger diskonteres ligeledes til nuværdi

Metoden er således en generel metode, hvor sammenligningen af forskellige anlægsmetoder baserer sig på de beregnede nuværdier for hver enkelt metode.

I beregningen indgår:

- **Investeringsomkostninger**
Anskaffelsesværdi for anlægget
- **Restværdi**
Anlæggets forventede værdi ved kalkuleperiodens udløb
- **Reinvestering**
Anskaffelsesværdi for fornyelse ved kalkuleperiodens udløb
- **Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger**
Alle omkostninger til tilsyn, reparation mv. i kalkuleperioden
- **Samfundsomkostninger**
Alle effekter/gener som værdisættes for hele kalkuleperioden, jf. i øvrigt VA-Forsk Rapport 1992-10: PRISEK (se referencer)

Nuværdi-beregninger dækker de enkelte samfundsomkostninger i det omfang, de kan kapitaliseres.

Målstyring

Målstyring kan anvendes på flere måder i forbindelse med anlægsopgaver.

Dels ved at bygherren generelt har fastsat en række mål og krav, som altid skal overholdes, ofte suppleret med nogle mål og krav gældende specifikt for den konkrete anlægsopgave.

Dels ved at bygherren allerede i planlægningsfasen og senest før antagelsen af tilbud bedømmer/vurderer de forskellige alternativer/tilbud ud fra en liste med forhold, som er væsentlige for bygherren.

Eksempler på spørgsmål, der skal besvares for hvert alternativ/tilbud:

- Hvor store arealer optages?
- Hvilken anvendelse har arealerne?
- Hvordan kommer fodgængere/cykler/køretøjer frem?
- Hvordan er adgang til beboelser?
- Hvordan foregår omkørsel – og i hvilket omfang?
- Hvordan er sikkerheden for anlægsarbejdere på byggepladsen?
- Hvilke mængder jord mv. skal bortkøres/oplagres – og langt fra arbejdspladsen?
- Etc.

I alt en liste, som hele vejen rundt belyser de mulige effekter og gener fra anlægsarbejdet.

Som ved enhver anden behandling af alternativer kan svarene på de enkelte spørgsmål evalueres med point.

Bygherren sætter på denne måde fokus på, i hvilket omfang en række gener vil optræde ved de forskellige alternativer/tilbud.

Listen over såvel de generelle mål og krav, som over de mere specielle forhold ved det enkelte projekt, bør ved tilbud altid være kendt af tilbudsgiverne.

Bygherren kan ved hjælp af disse mål og krav regulere, hvorledes et ledningsarbejde bliver gennemført.

Anvendelsen af målstyring i disse former er i de senere år set mere og mere i udlandet.

Målstyring dækker alle former for samfundsomkostninger.

Prissætning af trafikforstyrrelser og -forsinkelser

Ved prissætning af trafikforstyrrelser ser man på den trafikmængde, som berøres af et anlægsarbejde, samt på omfanget af forstyrrelser og mulighederne for at undgå passage af arbejdsstedet ved omkørsel.

Der findes en række forskellige modeller til sådanne prissætninger.

De enkleste beregninger foretages ved at fastsætte en omkostning ud fra XX kr. pr. bil, som passerer arbejdsstedet.

På næste side vises et eksempel på, hvilke timepriser som kan anvendes ved vurdering af trafikforsinkelser.

Prissætning af trafikforstyrrelser og -forsinkelser dækker kun en del af samfundsomkostningerne inden for trafik og transport.

Specielt fra USA kendes der i tillæg hertil flere cost-benefit modeller for trafik på store veje.

Alternative kontraktformer

Flere steder i udlandet anvendes i stigende omfang alternative kontraktformer med det formål at reducere specielt trafikforstyrrelser. Der er især tale om kontraktformer efter Cost-Plus-Time- og Lane Rental-princippet.

Cost-Plus-Time-kontrakter

Ved Cost-Plus-Time-kontrakter bliver entreprenøren bedt om at give sit tilbud i to dele: En pris for arbejdet og en tid for udførelsen.

Prisen er det traditionelle tilbud for alle dele af opgaven.

Tiden er et tilbud på det antal kalenderdage, der kræves for at entreprenøren kan udføre opgaven.

Det laveste og det bedste bud baseres på en kombination af prisen og en omkostning beregnet på grundlag af den tilbudte tid. Enhedsprisen for tiden specificerer bygherren i tilbudsdokumenterne.

Hvis entreprenøren bliver færdig før tiden, betaler bygherren en bonus. Hvis entreprenøren bliver færdig senere end tiden, betaler entreprenøren en bød.

Lane-Rental-kontrakter

Ved Lane-Rental-kontrakter er der inkluderet et areal-leje i kontrakten.

Lejen kan f.eks. være baseret på størrelsen, på formen og på placeringen af arbejdsarealet. Den er endvidere baseret på en enhedspris, der er afhængig af forstyrrelserne på de forskellige dele af arbejdsarealet. F.eks. er lejen forskellig for vejareal, vendepladser, fortovsareal, grønne arealer etc.

Lejen opgøres for den aktuelle tid, som de forskellige dele af arbejdsarealet anvendes, ligesom lejen kan variere for forskellige tider af dagen (høj pris i myldretiden, lav pris om natten). Det laveste og bedste bud baseres på den samlede laveste pris. Lejen fratrækkes hver ratebetaling på kontrakten.

Vurdering af rejsetid

Statens Vegvesen i Norge har i 1995 revideret sine tid-værdier, som anvendes til værdisætning af tid ved konsekvensanalyser.

Der anvendes, når der er tale om "lette biler", norske kroner, prisniveau 1995:

Hensigt med rejsen	Kr./time for bil	Kr. /time for person
Rejser i arbejdstid	198	146
Til og fra arbejde	65	46
Øvrige rejser	65	31

Ved rejser i arbejdstid er indeholdt løn inkl. arbejdsgiverafgift og sociale omkostninger.

For "tunge biler" eksklusiv busser regnes tids-omkostninger at dække løn inkl. sociale omkostninger til chauffør og evt. hjælper samt andel til administration og kapitalomkostninger samt til garage.

Der anvendes således for "tunge biler", norske kroner, prisniveau 1995:

Biltype	Kr./time
Lastbil	260
Vogntog	319

Ved ventetid sættes værdien til det dobbelte af tiden i transportmidlet. Her nævnes specifikt ventetid ved færger og ventetid på en bus. Trafikforstyrrelser ved vejarbejder omtales ikke direkte.

Fra England er der eksempler på op til 35 % besparelser i trafikforsinkelser med denne kontraktform.

Alternative kontraktformer dækker indirekte alle samfundsomkostninger ved at presse tidsforbruget. Lane-Rental-kontrakter dækker desuden mere direkte de fleste forstyrrelser af trafik, handel og beboere, idet arealpriser her kan reguleres. Metoderne anvendes mest af hensyn til trafikken.

Handel

Fra Bremen kendes en statistik over omsætning fra forskellige former for detailhandel. Her vises et udsnit af brancher, hvor der både er oplyst omsætning pr. areal og pr. medarbejder. De fleste data findes kun pr. areal. Indeks 1993.

Branche	Omsætning DM/m ²	Omsætning DM/medarbejder
Tekstiler, beklædning, sko	4.580	165.000
Næringsmidler, drikkevarer, tobaksvarer	7.050	215.000
Papirvarer, kontormaskiner	7.320	168.000
Apoteker	9.040	223.000

Der findes fra Tyskland også eksempler på, at man vurderer nedgangen i omsætning som funktion af arten af trafikforstyrrelse – tabellen viser erfaringer for % nedgang i omsætning afhængig af forhold:

Branche	Indskrænkning af fortove	Indskrænkning af parkering	Spærring af 1 kørebane	Spærring af 2 kørebaner
Tekstiler, beklædning, sko	10	10	20	40
Næringsmidler, drikkevarer, tobaksvarer	10	10	20	40
Papirvarer, kontormaskiner	10	10	20	40
Tankstationer	0	0	30	80
Hotel og restaurant	20	30	30	70

Ovennævnte skal tages med forbehold, idet tallene er taget ud af deres sammenhæng, som eksempler på fastlæggelse af samfundsomkostninger.

Trafikforstyrrelser

I England er anvendt følgende enkle model for beregning af ekstra omkostninger for køretøjer, inkl. omkostninger for tabt tid:

$$\text{Totale omkostninger} = \text{AKD} \times (\text{KDU} \times \text{EKA} + \text{TK} \times \text{EKT}) \times \text{AT}$$

AKD = Antal Køretøjer pr. Dag

KDU = Køretøjets DriftsUdgift

EKA = Ekstra KøreAfstand

TK = Tidsværdi pr. Køretøj pr. time

EKT = Ekstra KøreTid

AT = AnlægsTiden

Der findes en række forudsætninger med hensyn til f.eks., hvornår en gade regnes for lukket (< 3 m til trafik), hvornår to baner kan anvendes (> 5,5 m) osv.

Modellen stammer fra UMIST (Manchester University)

I Tyskland foreligger der i dag en række basisdata om personkøretøjer, lastbiler og busser (se emissioner til luft, side 7). Desuden er der opstillet modeller for beregning af ekstra køretid på grund af kødannelser ved anlægsarbejder, driftsomkostninger for køretøjer og personaleomkostninger mv.

Metoder til livscyklusvurdering og miljørigtig projektering

I dette afsnit omtales yderligere nogle principper for livscyklusvurdering og miljørigtig projektering, og der gives konkrete eksempler på vurdering af forskellige miljøpåvirkninger.

Livscyklusvurdering

Livscyklusvurdering er et hjælpemiddel til at foretage totale miljøvurderinger af produkter, varer, metoder osv. gennem hele livscyklens, fra "vugge til grav".

Livscyklusvurderinger er et hjælpemiddel, som ikke giver endelige og færdige beslutninger, men som giver beslutningsgrundlag sammen med virksomhedens (offentlig eller privat) mål for miljøet.

Resultatet af en livscyklusvurdering er altså ikke et JA eller et NEJ. Resultaterne viser eller påpeger de vigtigste forhold med hensyn til miljøpåvirkning.

Metoderne til livscyklusvurderinger er derfor meget afgørende, og det er vigtigt altid at kende de anvendte metoder, når man benytter resultater fra en livscyklusvurdering.

Ved de fleste livscyklusvurderinger sker der følgende:

- Formålet med vurderingen fastlægges
- Produktet afgrænses. Det skal ske i alle 5 faser af livscyklens, så vurderingen er veldefineret
- Opgørelsen af miljøpåvirkninger defineres og afgrænses, inkl. valg af datakilder
- Alle de fundne miljøpåvirkninger vurderes. Her vurderes og ofte vægtes alle effekterne/konsekvenserne af miljøpåvirkningerne. Det er her flere af metoderne nævnt til sidst i afsnittet adskiller sig fra hinanden
- Nogle livscyklusvurderinger, men langt fra alle, afsluttes med en følsomhedsanalyse, så man kan se, hvor meget udsvingene i de forskellige data for miljøpåvirkningerne betyder for den samlede vurdering

Til specielt de tre første dele – formål, afgrænsning og opgørelse – er der en række forudsætninger. Også her er miljømålene vigtige, fordi man med veldefinerede mål har et godt grundlag for at fastlægge vurderingens forudsætninger.

De følgende "punkter" indeholder en række af de spørgsmål, som man bør besvare i forbindelse med disse første tre dele af en livscyklusvurdering.

- Hvad skal vurderingen anvendes til?
- Hvilke beslutninger skal vurderingen anvendes til?
- Hvad er konsekvenserne af disse beslutninger?
- Hvor meget omfatter det produkt, der skal vurderes?
- Hvilken teknisk (og økonomisk) funktion skal produkterne leve op til?
- Hvor meget omfatter de enkelte livscyklusfaser ved den givne opgave, herunder grænserne til "de ydre omgivelser"?
- Hvilke datakilder anses for anvendelige, herunder om omfanget af datakilder er tilstrækkeligt?
- Hvorledes skal opgørelser af påvirkninger og effekter i de forskellige livscyklusfaser vægtes indbyrdes?

Når man sidder med en livscyklusvurdering bør man være meget opmærksom på, hvorledes vurderingen er gennemført. Blandt andet valget af forudsætninger, samt at modeller for vurderingerne ofte vil være subjektive, at lokale forhold varierer osv. Sådanne begrænsninger bør altid fremgå af en seriøs livscyklusvurdering, og respekteres ved publicering og anden anvendelse af dens resultater

De følgende metoder/modeller er fra forskellige universiteter og institutioner og er nogle af de mest anvendte i Europa i dag:

- Effekt-kategorimetoden fra Chalmers Industriteknik, Sverige
- EPS-Enviro-Accounting Method fra IVL, Sverige
- UMIP-Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter fra Institut for produktudvikling på Danmarks Tekniske Universitet
- Ökopoint, Schweiz
- Environmental Life Cycle Assessment of Products, Holland
- Eco-Indicator, Holland

UMIP-metoden har vist sig meget systematisk og meget anvendelig. Blandt andet er det kun denne metode, som i væsentligt omfang inddrager arbejdsmiljø. I UMIP-metoden baseres vurderingen af de forskellige miljøpåvirkninger i en vis udstrækning på politiske vurderinger, hvilket kan bevirke dels kortsigtede vurderinger af et produkt, dels vurderinger som er geografisk begrænsede.

En yderligere gennemgang af de enkelte metoders indhold ligger uden for rammerne her.

Miljørigtig projektering

Som allerede nævnt er livscyklusvurdering og miljørigtig projektering to sider af samme sag.

At livscyklusvurderingen ser på produkter, og miljørigtig projektering ser på det samlede anlæg, gør i mange tilfælde ikke den store forskel. Begge dele skal jo være fra vugge til grav.

Forskellen ligger i, at livscyklusvurdering oftest udføres af producenter eller deres brancheorganisationer for at vise, hvor (lidt) deres produkter påvirker miljøet.

Miljørigtig projektering derimod betyder, at man ved f.eks. et konkret anlægsarbejde lige fra den første indledende planlægning og videre gennem detailprojekteringen gennemfører en bevidst kortlægning, vurdering og prioritering ved valg af produkter og udførelsesmetoder. Således at de samlede miljøpåvirkninger og effekter af anlægget bliver færrest og mindst mulige i overensstemmelse med de fastsatte miljømål.

Der er således i meget vid udstrækning "kun" tale om, at en almindelig, grundig proces med planlægning og projektering gennemføres, således at der hele tiden tages hensyn til miljøet.

Dette kan ske via en række forskellige værktøjer, som anvendes som led i en normal projektstyring.

Værktøjer som anvendes ved miljørigtig projektering er f.eks.:

- Miljøplan med miljømål, miljøstatus og samarbejde mellem projektets parter
- Miljøkortlægning med gennemgang af forholdene i marken og miljøpåvirkninger fra materialer, produkter, anlægsmetoder, som forventes anvendt
- Miljøprogram og miljøstyring med blandt andet indhentning af tekniske oplysninger og miljødata samt vurdering og fravalg af ikke-acceptable miljøpåvirkninger
- Miljøundersøgelser med blandt andet vurdering af særligt forurenende forhold, grundvandssænkning, luft- og støjforurening, recipientforurening osv.

I "Håndbog i miljørigtig projektering" fra 1997 (se referencer) introduceres disse redskaber generelt til alle former for byggeri og anlæg.

Emissioner til luft

Emissioner til luft fra køretøjer er en væsentlig parameter ved vurdering af anlægsarbejder.

Fra det tyske trafikministerium kendes følgende oversigt over skadestoffer. Angivelserne er g/kg brændstofforbrug som type-værdier for henholdsvis en personbil, en bus og en lastbil:

Køretøj	CO	CH	NO _x	SO ₂	Støv	CO ₂
Personbil	62,2	24,5	5,7	0,9	0,7	3026
Bus	26,2	19,6	65,1	2,0	1,2	3153
Lastbil	24,7	12,2	55,7	2,2	0,7	3153

Emissionen af skadestoffer fra køretøjer vurderes samlet for alle stofferne. Her vægtes stofferne med toksicitetsfaktorer, hvor A gælder for sundhed mens B gælder for vegetation:

A	1	500	200	100	100	-
B	1	500	333	125	100	-

Støj

Der findes forskellige modeller til beregning af støj.

Fra Tyskland kendes der konkret eksempler på, at man vurderer støjen i forbindelse med anlægsarbejder. Dels fra arbejdspladsen, dels den ekstra støj fra trafik på grund af kødannelser mv.

Man har blandt andet gennemført vurderinger for forskellige typer af bydele (afstand fra gaden til husene, anvendelse af huse, antal etager indbyggere pr km²) og for forskellige gadetyper.

For arbejdspladser findes vurderinger for forskellige typer af udstyr: kompressor, komprimeringsudstyr osv.



SCANDINAVIAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY

www.sstt.dk