

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-blad beskriver de mest benyttede metoder for strømperenovering av avløpsledninger i Norge pr. i dag. Bladet tar for seg hvilke arbeider som er nødvendig å gjøre i forbindelse med en strømperenovering, samt hvilke punkter det er viktig å sette i fokus. Noen dimensjoneringsprinsipp blir også belyst.

Strømperenovering er en metode for oppgradering av eksisterende avløpsledninger i grunnen uten graving. Strømpeproduktet er fabrikkframstilt og installeres på stedet etter spesielle entreprenørprosedyrer. Utføring med strømpe er produkter/systemer basert på to hovedtyper strømper, harpiksimpregnert tekstil (**uarmerte strømper**) eller harpiksimpregnert glassfibervev (**armerte strømper**), som først etter innføring og herding utgjør en selv bærende foring. Definisjon iht. NS - EN ISO 11296 - 4.

2 BEGRENSNINGER

Strømperenovering av private avløpsledninger, som stikkledninger, bunnledninger og stigerør i bygninger har etter hvert fått stor utbredelse. Slike systemer følger i prinsipp de beskrevne for hovedledninger, men omtales ikke nærmere.

Dersom man ønsker å gå mer i detalj på dimensjoneringsprinsipp, detaljer om det enkelte strømpeprodukt etc., bør man fordype seg i angitte henvisninger og kontakte den enkelte leverandør.

3 FUNKSJONSKRAV

En strømperenoverert avløpsledning skal tilfredsstille kravene til kapasitet, tetthet, styrke og selvrensing, og ha en forlengelse av funksjonstiden tilsvarende de krav som stilles til et nyanlegg. Normalt vil det si minst 100 år. Det finnes i dag ikke standardiserte krav som ivaretar en slik forventet levetid, det må den enkelte ledningseier forsøke å ivareta gjennom de krav som stilles til ferdig installert produkt.

En ferdig installert strømpe skal være fullt utherdet og skal i utgangspunktet ikke ha "rynker", "folder" eller andre innsnevninger av rørtverrsnittet. Innersvinger vil ofte få mindre folder, uten at dette nødvendigvis innebærer feil.

4 LØSNINGER

4.1 MATERIALER/HERDEPRINSIPPER

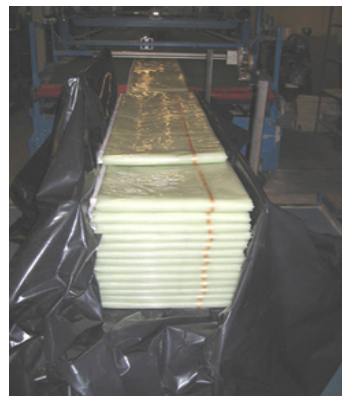
Strømpeprodukter kan deles inn i **armerte**

strømper, som glassfiberstrømper, og **uarmerte** strømper, som filtstrømper (NS EN ISO 11296-4). Dimensjonstilpassede strømper fremstilles i fabrikk og impregneres med en kunstharpiks (som kan være umettet polyester, epoksy, vinylester etc) og en herder. Selve utherdingen skjer etter at strømpen er installert i avløpsledningen.

Glassfiberstrømper har høyere E-modul enn filtstrømper, og kan dermed oppnå større ringstivhet enn filtstrømper, med samme eller mindre godstykkelse.

Type strømper	Herdeprinsipp	Dimensjonsområder	Maksimum Installasjonslengde (gjelder for mindre dimensjoner)
Uarmerte	Varmt vann	DN 100 – 2000	Inntil 600 meter
Armerte eller uarmerte	Damp	DN 50 – 600	Inntil 300 meter
Armerte	UV-lys	DN 150 – 1600	Inntil 400 meter
Uarmerte	UV-lys/LED	DN 100 – 300	Inntil 100 meter

Tabell 1. Orienterende dimensjoner/installasjonslengder, basert på herdeprinsipp.



Bilde 1. Eksempel på pakking av glassfiberstrømpe.

4.2 DIMENSJONERING

Sammenheng mellom ringstivhet og elastisitetsmodul:

- Når elastisitetsmodulen avtar med lastens varighet, så avtar også ringstivheten.
- Ringstivheten avhenger av elastisitetsmodul, veggtykkelse og rørdiameter:

$$S_n = EI/Dm^3$$

der:

S_n = rørets ringstivhet ($N/mm^2 \cdot 10^6$) [MPa]

E = elastitetsmodul [MPa]

Dm = midlere diameter ($(d_u + d_i)/2$) [m]

I = $e^3/12$ rørveggenes flatetregghetsmoment [m⁴/m]

e = veggtykkelse [m]

Ligningen for ringstivhet gjelder tilnærmet for både armerte og uarmerte strømpeforinger.

I henhold til NS-EN ISO 11296-4 gjelder $E_{korttid}$ og $E_{langtid}$ for henholdsvis 3 minutter og 50 år.

$E_{korttid}$ og $E_{langtid}$ skal oppgis av installatøren.

Internasjonalt er det normalt at ledningseier angir spesifikke data om eksisterende avløpsledning, som dybde, grunnvannstrykk, trafikklaster etc., som grunnlag for installatørens dimensjonering.

Preakseptert løsning – norsk praksis

I Norge er det utviklet en velfungerende praksis, hvor ledningseier stiller krav til en selv bærende strømppe, med dokumentert kort- og langtids ringstivhet. Normalt anbefales strømpper bestilt med:

- $SN_{korttid}$ = Minimum 5.000 N/m² (3 minutter)
- $S_{langtid}$ = Minimum 2.000 N/m² (50 år)
- Minimum strømppe tykkelse $t = 3$ mm

Bakgrunnen for denne dimensjoneringspraksis er:

- At renoverte avløpsledninger har behov for samme styrke som et nytt rør. Den "sandwich"-effekt man får av strømppe installert i gammelt rør, anbefales tatt ut som ekstra sikkerhet.
- Med en "nasjonal standard" for ringstivhet, konkurrerer installatører på et teknisk likeverdige nivå.
- Det er mange andre faktorer enn strømppens veggtykkelse som er avgjørende for en installasjon av strømpper. Dimensjoneringen i Norge er derfor konservativ, slik at strømppens styrke stort sett alltid vil være oppfylt.

Skreddersydde løsninger

I spesielle situasjoner kan man avvike fra ovennevnte prinsipp, eks. ved behov for mindre eller større ringstivhet. Eksempler: (se hyperlink nett)

- Tette utlekking fra en avløpsledning i god stand.
- Tetting mot høyt, utvendig vanntrykk.

4.3 FORUNDERSØKELSER (SOM UTFØRES AV LEDNINGSEIER)

Hvilke forundersøkelser som utføres av ledningseier, vil variere utfra kontraktsform (NS8405/NS8406 eller NS8407), samt utfra hvilke arbeider som en vil legge til leverandøren.

Forundersøkelser gjennomføres ved spyling/renngjøring og rørinspeksjon med filmkamera, se VA/Miljø-blad nr. 71 «Høytrykkspyling av trykkløse avløpsledninger» og VA/Miljø-blad nr. 51 «Rørinspeksjon i avløpsledninger».

Ledningseier kan foreta inspeksjon for å avgjøre hvilken metode som er best egnet og hvilke ytelser som skal beskrives.

Følgende registreres:

- **Rørdimensjon:** Innvendig rørdiameter og evt. dimensjonsoverganger.
- **Ledningsfall:** Høydeforskjell mellom kummer, fall på ledningen og evt. svanker.
- **Avvinklinger:** Rørbend og evt. avvinklinger i rørmuffer.
- **Rørtilstand:** Deformasjoner, sprekker, forskjøvne skjøter, hull etc.
- **Tilkoplinger:** Avstand fra kum, posisjon i rørtverrsnittet, hvorvidt det er grenrør eller innstukket rør, samt avklare om ledningen er i drift.
- **Kumtyper:** Kum- og ledningsdybder, kumdiameter og kumtyper (nedstigningskum, stake-/spylekum) angis, gjerne med kumfoto.
- **Lengdeangivelse:** Mellom kummer, tilkoblinger og registrerte feilobservasjoner.
- **Avløpsvannet:** Unormalt avløpsvann, som for eksempel høy temperatur, innhold av kjemikalier etc.

Andre forhold av betydning for strømppeinstallatøren:

- **Atkomst:** Ved installasjon benyttes tyngre kjøretøy. Det bør derfor angis hvorvidt ledningen ligger i/langs kjørbær vei, eller avstanden til kummer fra kjørbær vei.
- **Vannføring:** Under strømppeinstallasjon kreves tørr ledning, som ivaretas av installatør. Antydning vannføring, ledningstype (SP, OV, AF) og antall berørte abonnenter bør derfor angis.

Dokumenterte forundersøkelser, film fra rørinspeksjon og rapport, er normalt del av bestillerens konkurransegrunnlag/bestillingsgrunnlag overfor strømppeinstallatører.

4.4 FORARBEID (SOM UTFØRES AV LEVERANDØR)

Forarbeid bør alltid være et installatøransvar, sammen med installasjon, kumarbeider og ferdigstillelse av stikkledningstilkoplinger.

Installatør foretar sin egen rørinspeksjon, før strømppe settes i bestilling. Dette er en kontroll av bestillers opplysninger, og grunnlag for vurdering av nødvendige forarbeider orientert mot installatørens eget strømppeprodukt.

Eksempler på forarbeid:

- Fresing og kontroll av innstukne rør (stikkledningstilkopling), forskjøvne skjøter, røtter, faste avleiringer etc.

- Kontroll av rørbend, større avvinklinger, store skjøtfor skyvninger etc.
- Kontroll av eventuelle svanker, ved spyling i kombinasjon med rørinspeksjon, slik at vannet evakueres og rørkvalitet kan vurderes.
- Eventuell utbedring av punktdeformasjoner/ rørkollaps ved punktgraving.
 - o Punktrepasjoner benyttes på steder hvor ledningen er så dårlig at man ikke får spylt, og det er behov for å få stabilisert ledningen før spyling. Punktrepasjon benyttes også på steder hvor en for eksempel ikke får igjennom kamera. Etter punktrepasjon (og ledningen er stabilisert), monteres det en gjennomgående strømppe for hele ledningsstrekket.

Dersom entreprenøren ønsker å installere hele strømpen med en gang, for å stabilisere det dårlige røret (og begrense risikoen for ytterligere skader på eksisterende rør/rørkollaps), for deretter å punktgrave og foreta evt. utbedring, kan dette gjøres.
- Klargjøring av kummer, for eksempel pigging, innmontering av rørføring etc.
- Høytrykkspyling og dokumentasjon av rengjort ledning ved rørinspeksjon.
- Prosedyren for installasjon inkluderer oppstrøms "plugging" og "forbipumping" av avløpsvann. Uønsket avløpsvann fra stikkledninger ivaretas gjennom installatørens varslingsrutiner overfor stikkledningseiere (husk evt. ledninger fra gatesluk).
- Lokalisering av stikkledninger "i drift" / "ute av drift". Avtale med oppdragsgiver om at stikk som ikke er i drift, ikke skal freses opp etter strømppeinstallasjonen.

4.5 INSTALLASJON

Følgende krav settes til strømppeinstallasjon:

- **Materiale:**
 - o Alle strømpper skal ha ytterfolie mot eksisterende rørvegg.
 - o Filtstrømppe skal utføres med innvendig coating av PP, PU eller PE.
 - o Glassfiberstrømppe skal utføres med innvendig slitebelegg.
 - o Impregnering av strømppe skal skje på fabrikk eller innendørs i tempererte og kontrollerte omgivelser og på et underlag som ikke skader produktet. For jevn fordeling av polyester/epoksy skal det benyttes system som hindrer lufttilførsel i strømppe.
 - o Strømppe som skal herdes med UV-lys, må oppbevares beskyttet mot sollys. Strømppe som skal herdes med varmt vann/damp, må oppbevares nedkjølt.
- **Utførelse:**

Installatøren skal ha egne prosedyrer og har alt ansvar for en installasjon som tilfredsstillende funksjonskravene.

- o **Innvenging med vann:** Strømpen monteres mot eksisterende avløpsledning, og vrenses inn med vanntrykk. Når strekningen er ferdig installert, opprettholdes vanntrykket, og strømpen herdes ved sirkulasjon av varmt vann.
- o **Innvenging med luft:** Strømpen monteres mot eksisterende avløpsledning, og vrenses inn med lufttrykk. Når strekningen er ferdig installert, opprettholdes lufttrykket, og strømpen herdes ved sirkulasjon av damp eller UV-lys (et "lystog" trekkes gjennom med styrt hastighet).
- o **Direkte inntrekking:** Strømpen trekkes direkte inn i avløpsledningen på en gli-defolie, for å redusere friksjon og unngå skader. Deretter blåses strømpen opp med trykkluft, og urtherding skjer ved sirkulasjon av damp, varmt vann eller UV-lys.
- o **Endeløs installasjon:** Der hvor man kun har tilgang til ledningen fra ett punkt, kan strømpen installeres "endeløs".

Installatøren skal følge fabrikantens beskrivelse med hensyn til dokumentasjon av utførelse. Parameterne skal dokumenteres i et kontinuerlig, elektronisk system.

Ved herding med vann eller damp skal det installeres utstyr for kontinuerlig måling av temperatur mellom strømppe og rørvegg.

Ved herding med UV-lys skal fabrikantens krav til dokumentasjon av UV-lampenes tilstand følges.

Herdevann eller kondensvann skal ikke ledes til overvannsledning. Krav til resipient må avtales med byggherre.

Ved termisk herding må strømpen være avkjølt før stikkene freses opp. Fabrikantens prosedyrer for oppvarming og avkjøling skal følges.

Dersom byggherre ønsker tetthetsprøving, skal den utføres iht. VA/Miljø-blad nr. 24.

Eksisterende ledning skal spyles før forkontroll og umiddelbart før installasjon av strømppe.

Det er spesielt fire situasjoner på hovedledningen, som kan påvirke det ferdige resultat. Og for disse situasjoner bør installatør beskrive særskilt hvordan respektive strømppetyper ivaretar dette.

1. Rørbend/Avvinklinger i muffen

I "innersving" blir det et "masseoverskudd" av strømppe og harpiks, mens det i "yttersving" blir et tilsvarende "masseunderskudd", i forhold til den rette rørlengde. Avvinklingers størrelse er avgjørende for størrelsen på "innersving-folder", og eventuell spalte mellom strømppe/rørvegg i "yttersving". Avvinklinger på < 15° kan normalt passeres uten "folder" for de fleste strømppetyper. Noen strømppetyper kan passere betydelig større avvinklinger uten problemer.



Bilde 2. Fleksibilitet ved avvinkling.

2. Dimensjonsoverganger

Overgangen størrelse og utforming er bestemmende for eventuelle "folder". Armerte, sømløse fleksible strømpes klarer dimensjonsforandringer mellom 25 - 50 %, og noen av strømpetyperne kan "sy inn" dimensjonsoverganger.

3. Deformasjoner

Dette gjelder innsnevninger på rørtverrsnittet, som eventuelt aksepteres uten punktutbedring. Deformasjon på < 15 % kan normalt passeres uten problemer.

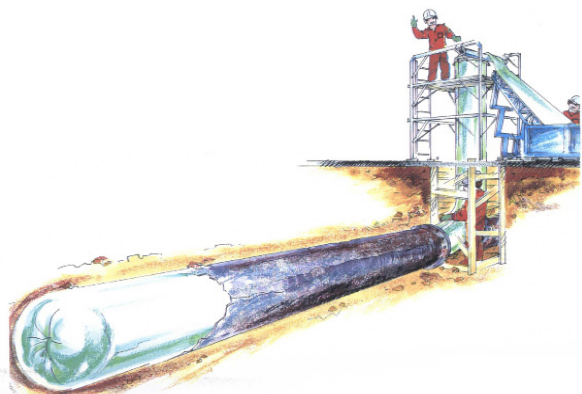
4. Svanker

Det er eksempler på strømpereovering av svanker med vannfylling > 50 %. Men dette må vurderes i forhold til det totale ledningsfall på strekningen, og det må ikke være stikklednings-tilkoplinger i nærhet til svanken. Selve strømpereinstallasjonen er en utfordring, fordi det normalt vil "stå" vann i svanken. Det kan oppstå folder og innsnevninger, fordi man ikke har full oversikt over tilstanden i eksisterende rør.

Akseptkriterier

Det henvises til /3/ – "Produktfeil/PF":

- Grad 1: Aksepteres som en fullgod løsning.
- Grad 2: Er grunnlag for forhandling om pris avkorting, eventuelt utbedring.
- Grad 3 / 4: Er grunnlag for utbedring.



Bilde 3. Installasjon av strømpes.

4.6 KUMARBEID

Det er store variasjoner på eldre avløpskummer. Det anbefales at ledningseier dokumenterer tilstand på eksisterende kummer, og ber om

spesifisert arbeidsutførelse i hver enkelt situasjon. Et generelt krav er at alle endeavslutninger og renneseksjonen tilfredsstillers funksjonskrav til god hydraulisk utforming. Se også VA/Miljø-blad nr. 2, reovering av kum.

Akseptkriterier

Det henvises til /3/ – "Defekt overgangsdel eller punktrepasjon/DO":

- Grad 1: Aksepteres som en fullgod løsning.
- Grad 2 – 4: Er grunnlag for utbedring.

4.6.1 AVSLUTNING AV STRØMPE I KUM

Bl.a. som følge av kryp i materialer under herding kan det oppstå et mindre mellomrom mellom gammelt rør og ny installert strømpes. Dette kan medføre innlekking av grunnvann eller utlekking fra ledningen. Utførelsen må tilpasses slik at lekkasjer ikke oppstår, med krav om at vann ikke skal kunne trenge inn i eller ut av ledningen ved overganger eller endeavslutninger. Normalt oppnås tilstrekkelig tetthet f.eks. ved krav til reovering av kumbunn samtidig med strømpereovering av avløpsledningen. Ved spesielle krav til tetthet kan man også vurdere ytterligere tiltak, som f.eks. å legge en pakning mellom strømpes og gammelt rør ved overganger (start/avslutning). Løsning vil være avhengig av produkt etc., og krav må derfor formuleres som et funksjonskrav.

4.7 STIKKLEDNINGSTILKOPLINGER

Kvaliteten på stikkledningstilkoblinger varierer sterkt, fra prefabrikkerte grenrør til dårlige påhugg og innstukne rør. Før strømpereinstallasjon skal eventuelle innstukne rør freses bort, og grenpunktet bearbejdes, for å få et godt hydraulisk resultat. Det er viktig at kravet til tetthet også oppfylles i slike punkter.

Aktuelle utførelsesprinsipp:

- **Forsterkning med "hatt":** De fleste entreprenører tilbyr en forsterkningsløsning med en såkalt hatt. Etter at hovedledningen er strømpereoverert og grenpunktet er frest opp, installeres hatten via hovedledningen. Leverandøren må dokumentere at metoden gir heft mellom hatt og hovedledning, samt gir tett forbindelse mellom stikkledningen og den reoverte hovedledningen til 0,15-0,3 m inn i stikkledning. Lengde på hatteløsning må avklares i hver enkelt tilknytning. Det finnes hatter som er vesentlig lengre, hvor formålet er å rehabilitere stikkledningen, og ikke bare tilkoblingspunktet.
- **Ren oppfresing:** Under strømpereinstallasjon i hovedledning, passeres grenpunktet, og herdet strømpes tetter innløpet. Stikkledningstilkoplingen reetableres ved oppfresing av grenpunktet. Ren oppfresing vil være aktuelt der det kan være vanskelig/umulig å installere en hatt:
 - o På ledninger med dimensjon 150 mm og mindre.
 - o Der stikkledningen har en stor dimensjon i forhold til hovedledningen.
 - o Ved stor avvinkling i tilkoblingspunktet.

Akseptkriterier

Det henvises til /3/ – "Defekt gjenåpning av tilkøpling / DG" og "Defekt hattprofil / DH":

- Grad 1: Er grunnlag for forhandling om prisavkorting, eventuelt utbedring.
- Grad 2 – 4: Er grunnlag for utbedring.



Bilde 4. Varianter av "hatter".

4.8 PUNKTREPARASJONER

Dersom eksisterende avløpsledning generelt har god kvalitet, men har lokale skader, kan disse repareres med såkalte "kort-strømper". Eksempler: En utett skjøt, et enkelt rør med sprekker etc. Det benyttes strømpeprodukt av samme kvalitet som i pkt. 4.1 og 4.2.

Etter nøye forundersøkelser, velger man "kort-strømpens" lengde, eks. 1,5 eller 2,0 meter. Selve installasjonen foregår med en fjernstyrt robot, som er overvåket med videokamera. "Kort-strømpen" er montert på en oppblåsbar enhet. Den føres inn til reparasjonspunktet, blåses opp og presses ut mot rørveggen. Lufttrykket holdes inntil strømpen er herdet.

Det knyttes en viss usikkerhet til "kort-strømpens" heft mot eksisterende rør. Det anbefales derfor nøye kontroll like etter installasjonen, samt inspeksjon av reparasjonspunktet 1 år etter utbedringen.

4.9 KONTROLL

Det utføres normalt ikke tetthetsprøving av strømpereenovert system, da selve installasjonen forutsetter "en tett strømpe".

Kontroll ved rørinspeksjon er den viktigste kontroll av det ferdige resultatet. Det henvises til NORVAR-rapport 145/2005, som inneholder flere observasjonskrav til strømpeinstallasjoner. Noen spesielle krav til rørinspeksjon anbefales:

- Alle avvik, tilkøplingspunkt og endeavslutninger skal fokuseres særskilt. Det skal benyttes kamera med vridbart kamerahode.
- For ekstra kontroll av "hatter", spesielt "lange hatter", anbefales bruk av «satelittkamera»; for eventuell kontroll av avslutning av "hattens" innstikk i stikkledning.

Øvrige krav til kontroll/dokumentasjon:

- Strømpe kvalitet angis med type, dimensjon, tykkelse og ringstivhet ($SN_{\text{kort}}/S_{\text{lang}}$).
- Herdeprosessen skal overvåkes med elektronisk overvåkningssystem, som utføres kontinuerlig og langs hele røret.
- Dokumentasjon av utførelsen overleveres ledningseier fortløpende etter installasjon og skal inneholde opplysninger om tid, trykk, temperatur og effekt (ved lysharding). Dokumentasjonen skal være en ren utskrift fra overvåkningssystemene, og ikke manuelt utfylte skjemaer.
- Det skal i hvert prosjekt kontrolleres at den installerte strømpes E-modul er som oppgitt. Dette kan gjøres ved 3-punkts bøyetest etter standard NS ISO 178/ ISO 11296-4 Annex B. Rørsegmentet som skal testes kan tas ut i kum. Man må være klar over at segmenter tatt i kum kan gi lavere E-modul enn segmenter tatt i rør. Det kan også testes for reststivren eller tas ut hel ring for testing av ringstivhet, materiale, tykkelse. Hver rørbit bør ha en lengde på 30 cm. Strømpen må kjøres gjennom et kalibrert rør hvor testbiten skal tas ut. Det tas teststykker på 25 % av lengdene for hver dimensjon.
- Digitalt foto av renoverte kummer, inkl. detaljfoto av endeavslutninger i kummer.

Henvisninger:		Utarbeidet:	oktober 2009	Asplan Viak AS
/1/	VA/Miljø-blad nr. 51, "Rørinspeksjon med videokamera av avløpsledninger"	Revidert:	februar 2018	m/flere
/2/	VA/Miljø-blad nr. 71, "Høytrykksspyling av trykkløse avløpsledninger"	/4/	NS 3420 - U	
/3/	NORVAR – Prosjektrapport 145 / 2005, "Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger"	/5/	Sluttrapport for testing av avløpsstrømper i Bærum kommune - 2016	
/6/	Norsk Vann - Rapport 221, "Smart ledningsfornyelse - bruk av NoDig-metoder."			