

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet beskriver metoden for utførelse av renovering av vannledninger med belegging basert på epoksy og polyuretan.

Bladet beskriver prinsipielt når renovering med belegg er aktuelt og i hvilke tilfeller det ikke er tilrådelig. Videre beskrives krav til forarbeid, installasjon og etterarbeid.

2 BEGRENSNINGER

VA/Miljø-bladet tar ikke for seg belegg av tanker og bassenger.

Bladet beskriver ikke andre metoder for renovering, og det gjøres ingen sammenligning med andre metoder.

3 FUNKSJONSKRAV

Deler av vannledningsnett forfaller og må fornyes. Forfallet viser seg som redusert styrke (brudd), lekkasjer og forringet vannkvalitet.

Ledningens tilstand varierer fra ledning til ledning. Dersom problemet er manglende styrke eller lekkasjer, må renoveringsmetodene tilføre styrke, dvs. vi bruker **strukturelle metoder**. Dersom problemet er forringet vannkvalitet pga korrosjon, innvendige avleiringer som reduserer kapasiteten eller ønske om å forebygge eventuell framtidig styrkemessig reduksjon eller svikt, så kan også metoder som ikke tilfører styrke brukes, såkalte **ikke-strukturelle metoder**.

Belegging av ledningsoverflate er i utgangspunktet en ikke-strukturell metode.

Ved siden av pris og teknisk levetid kan tiden for avbrudd i vannforsyningen være avgjørende for valg av metode.

Dersom eksisterende ledning har tilstrekkelig styrke og ikke lekker, så vil belegging være meget gunstig. Belegging blir utført med sementmørtel, epoksy eller polyuretan. Belegging med sementmørtel har i Norge vært brukt siden ca. 1960, epoksybelegging siden ca. 1988 og polyuretanbelegg fra 2006. Hittil er ca 50 km ledning belagt med epoksy i Norge.



Figur 1: Eksempel på rengjort stål ledning før- og etter renovering med polyuretan.

Belegging med sementmørtel kan medføre en forringet vannkvalitet (forhøyet pH) i en tid etter renoveringen (dette kan strengt tatt være en forbedring i vannkvalitet i noen tilfeller, men en slik pH-justering bør foretas i renseanlegget og ikke på nettet da man ikke har noen mulighet til å kontrollere doseringen). De siste 25 årene har derfor belegging med epoksymaterialer vært ansett som de mest aktuelle. Epoksy blir nå erstattet polyuretanmaterialer.

De viktigste mekaniske egenskapene til beleggtypene er knyttet til herdetid, heft mot rørveggen, tetthet og seighet. I tillegg må det sikres at stoffer som kan være helseskadelige eller medfører lukt og smak ikke lekker ut fra belegget. Aktuelle materialsammensetninger skal derfor testes og godkjennes av akkrediterte laboratorier.

En viktig forutsetning for å få et godt resultat er god heft mellom belegget og rørveggen. På slutten av 1990-tallet ble det gjort undersøkelser på vannledninger renovert med epoksybelegg som viste at epoksyen ikke hadde tilfredsstillende heft. Belegget ble likevel holdt på plass av sin egen stivhet og form.

Det har de senere årene vært arbeidet mye for å utvikle produkter med større seighet. Generelt har nyere produkter av polyuretan en større seighet enn tidligere produkter av polyuretan og produkter av epoksy. De har derfor mindre sannsynlighet for å sprekke.

Teknologi for rengjøring og uttørring av ledningen før påføring av belegg har utviklet seg mye siden disse undersøkelsene, og med dagens metoder oppnås god heft. Det bør velges entreprenører som kan dokumentere at god heft oppnås med sine metoder for rengjøring og uttørring. Ved store anlegg, spesielt ved store dimensjoner, anbefales det å foreta heftmålinger ved å kappe ut et rørstykke som analyseres i et akkreditert laboratorium. Det finnes ingen standardisert metode som dekker denne heftmålingen, slik at dokumentasjonen må bygge på laboratoriets

Utarbeidet	april 2006	SINTEF Byggforsk	Revidert:		
------------	------------	------------------	-----------	--	--

egne erfaringer.

Svært tynne belegg (<0.3 mm) kan være utsatt for nedbrytning ved osmotisk transport av vann og materialer gjennom belegget. Dette kan over lang tid medføre dannelse av blærer som kan sprekke opp slik at belegg løsner. For å sikre dette brukes i praksis en gjennomsnittlig beleggtykkelse på 1.0-2.0 mm. I Norge er 1.7 mm vanlig.

4 LØSNINGER

Formålet med belegging er å hindre videre korrosjon i røret. Belegget gir i utgangspunktet ingen bedring av styrken, men det kan tette små hull (< 2 mm). Ved økning av beleggtykkelsen kan det tilføres styrke til eksisterende rør. Dette bør kontrolleres med styrkeberegning. Metoden benyttes hovedsakelig for mindre dimensjoner, men er brukt på ledninger opptil 800 mm i Norge. Metoden egner seg både for ledninger i stål, støpejern og asbestsement.

4.1 STANDARDER, GODKJENNING

De er ikke utgitt ISO, CEN eller NS standarder som omhandler belegging med epoksy eller polyuretan. Arbeider vurderes og godkjennes i henhold til prosedyrer og spesifikasjoner utarbeidet av produsenter og leverandører.

Drinking Water Inspectorate, England (DWI) har utgitt to dokumenter som angir nøyaktig krav til bruk og ferdig resultat ved belegging, se /3/ og /4/.

Alle prosedyrer som er beskrevet nedenfor skal være inkludert (eksplisitt eller ved referanse) i entreprenørens kvalitetssikringsystemer og i ledningseiers kontraktdokumentasjon.

Europaunionen (EAS) arbeider med en standardisering av krav til alle materialer (byggevarer) i kontakt med drikkevann.

For vannforsyning på land i Norge gjelder "Forskrift om vannforsyning og drikkevann" av 4. desember 2001. Det lokale Mattilsyn gir godkjenning av vannforsyningsystemer på land. **Materialer som direkte eller indirekte kommer i kontakt med vann i et vannforsyningssystem, må ikke avgi stoffer til vannet som kan medføre fare for helseskade eller som kan føre til en uakseptabel endring i vannets sammensetning, herunder en forringelse av vannets sensoriske egenskaper.** For å sikre at dette kravet er oppfylt, er det enkleste å ta kontakt med Folkehelseinstituttet, som på forespørsel foretar toksikologiske vurderinger av materialer til bruk i kontakt med drikkevann.

Det finnes en liste på internett over vurderte produkter i Norge. Folkehelseinstituttet vurderer alltid enkeltprodukter til en bestemt bruk under helt bestemte forutsetninger oppgitt av søker, ikke generelt. Vilklårene for at et produkt får en vurdering som akseptabelt kan variere fra produkt til produkt, selv om de ha samme bruksområde. For konsultering kan også den engelske listen over godkjente produkter utgitt av DWI brukes, se <http://www.dwi.gov.uk/cpp/pdf/sos2003.pdf> (aktuelt nettsted pr. mai 2006).

Det forutsettes at bruk av belegg er i samsvar

med produsentenes anvisninger samt at de tekniske forutsetningene er i henhold til dette VA/Miljø-bladet

4.2 FORBEREDELSE

4.2.1 LAGRING AV BELEGGMATERIALER

Sikker lagring, håndtering og riktig temperatur er viktig og leverandørens instruksjoner må følges nøye. Materialene skal brukes i datorekkefølge. Materialets serienummer skal registreres i kvalitetsdokumentasjonen, slik at produksjonsnummer kan relateres til det enkelte anlegg.

4.2.2 INFORMASJON, ETABLERING AV PROVISORISK VANNFORSYNING

Berørte abonnenter informeres ved brev og skilting. Det skal informeres om vannavstenging, provisorisk vannforsyning, tidspunkt og klokkeslett for oppstart og antatt varighet samt kontakttelefon.

Det etableres provisorisk vannforsyning eller settes ut vanntanker, avhengig av hvor lang tid inngrepet er forventet å ta. Det kan være nødvendig å ta spesielle forholdsregler hvis abonnenter med behov for kontinuerlig vannforsyning er berørt. Videre etableres plan for bortledning av spylevann, restriksjoner i vegtrafikk (skilting) og nødvendige avklaringer med andre offentlige myndigheter (vegmyndigheter, brannvesen).

4.3 INSTALLASJON

Utstyr

Teknologi for belegging er utstyrsutviklet for epoksy, men metoden tilpasses nå polyuretan.

Belegging kan utføres gjennom armatur og forbi stikkledninger (uten å tette disse). Imidlertid kan armaturen bli påvirket av beleggingen. Dette må avklares på forhånd og evt. utsatt armatur (vannmåler etc) fjernes før påføring av belegg.

Vektkontroll

Vektkontroll av beleggkomponentene skal utføres for å sikre at riggen drives riktig og det blandede beleggmaterialer er innenfor produsentens anvisninger. Slike kontroller skal registreres i eget skjema som en del av anleggsdokumentasjonen. Vektkontrollen utføres før hver belegging.

Stenging av ledning

Entreprenør har ansvar for at ledningen ikke tilføres vann under påføring og herding.

Atkomst

Adkomst for belegging må etableres ved frakobling i kummer eller gravepunkter pr ca 150 meter. Atkomst må etableres i begge ender for hver etappe. Dersom ledningen kuttes er det vanlig praksis å erstatte det avkuttete røret med et duktilt rør med innvendig påført belegg.

Oppgraving

- Ledningen lokaliseres.
- Atkomst bestemmes ufra nødvendig utstyr for rensing og belegging.
- Utgravet rom under ledningen skal være tilstrekkelig til å sikre at ledningen kan terses.
- Det skal etableres stor nok sump til å lagre spylevann og hindre dette i å trenge inn i ledningen.
- Pumper for fjerning av spylevann skal ha stor nok kapasitet til å fjerne alt spylevann.

4.3.1 RENGJØRING OG TØR KING

Nøyaktig rengjøring og tørking er en forutsetning for at belegget skal oppnå god heft til rørveggen.

Rengjøring utføres ved hjelp av høytrykksspyling med roterende dyser, spyletrykk 500-800 bar. Det tilføres kontinuerlig avfuktet luft. Resultatet av rengjøringen skal kontrolleres ved hjelp av videokamera før beleggingen tar til.

Vann i ledningen ved belegging vil ødelegge belegget og kan hindre heft. Eventuelt gjenværende vann i ledningen fjernes ved bruk av luftdrevne gummiplugger som føres gjennom ledningen før belegging. Innlekkasje av vann (for eksempel gjennom stikkledninger) umiddelbart før, under og etter belegging må unngås.

Etter rengjøringen skal ledningen være fri for rustknoller, avsetninger og andre løse elementer eller rester etter opprinnelig belegg.

Rengjorte ledninger skal normalt ikke settes tilbake i drift uten belegging. Dette er for å unngå misfarget vann, økt mikrobiologisk aktivitet og økning i PAH som oppstår fra eksponering av den nylig rengjorte ledningen til vannforsyningen. Dersom ledningen likevel, etter avtale med ledningseier settes i drift før belegging, så må ledningen desinfiseres og spyles, ref. pkt. 4.4.3.

Rørinspeksjon med videokamera

Rørinspeksjon skal gjennomføres for å sikre kvaliteten på rengjøringen og vise problemer som:

- Gjenværende rustknoller.
- Strukturelle feil.
- Vann i ledningen.

Hvis feil blir observert, skal de rettes og ledningen deretter inspiseres på nytt.

Dersom ledningen tidligere er reparert, kan det forekomme mindre endringer i diameter som videokameraet ikke fanger opp. I slike tilfeller bør det benyttes en tolk for nøyaktig angivelse av innvendig diameter.

4.3.2 PÅSPRØYTING OG HERDING

Materialene som brukes ved belegging skal være fuktighetstolerante og fri for løsemidler. Mate-

rialet består av to komponenter, base og herder. Når disse blandes, dannes etter herding et hardt belegg. Basen og herderen produseres i forskjellige farger. Etter blanding skal materialet ha en farge som er forskjellig fra de to komponentene.

Base og herder forvarmes og pumpes hver for seg, gjennom et slangesystem via en slange-trommel, frem til statiske mikserne umiddelbart før påsprøyting på rørvegg. Slangesystemet er utstyrt med elektrisk varmelement.

Belegget sprøytes på rørveggen. Påsprøytingen skjer gjennom en luftdrevet spinndyse som slynger den ferdig blandede råvaren på rørveggen. Dysen transporteres gjennom røret ved inntrekk på slangetrommelen. Hastigheten kontrolleres elektronisk. Temperaturen på komponentene er avgjørende for god blanding og optimal pumping. Det er derfor meget viktig å kontrollere at temperaturen er i samsvar med leverandørens spesifikasjoner.

Før påsprøytingen starter, skal lagringstankene være fylte og serienummer registrert i anleggets loggbok. Beleggingen må ikke starte før det er kontrollert at temperaturen på komponentene og vekten på det blandede materialet har riktig verdi.

Herdetiden starter når påføringsutstyret er trukket ut av ledningen. Herdetiden er ca. 16 timer for epoksy og ca 30 minutter for polyuretan. Den nøyaktige herdetiden er spesifisert av produsenten. Belegget herdes ved omgivelsestemperaturen.

Vann og/ eller smuss må ikke tilføres under utherdningen. Dersom herdingen skal foregå over natten skal ledningen utstyres med terser for å beskytte åpne rørender mot innsig av grøftevann eller andre forurensninger.

Dersom utherdingsprosedyrene ikke følges, vil problemer med lukt og smak og for høye TOC-verdier lett kunne oppstå. Ufullstendig utherdning kan føre til utlekking av større mengder organiske komponenter enn det som tillates for rør.

4.4 ETTERARBEID

4.4.1 INSPEKSJON

Entreprenør skal sammen med ledningseier inspisere rørendene, via registrerte data fra påføringen (mengde og hastighet/ tid), og loggføre dette. Inspeksjonen skal omfatte en fysisk kontroll av belegget. Hvis påføringen er korrekt i henhold til blandingsforhold, vil rørendene se identiske ut med hensyn til hardhet.

Utkapping og testing av vedheft, homogenitet, beleggtykkelse og utherdning bør foretas 1 x pr. 1000 meter belagt ledning.

Når belegget er tilstrekkelig herdet skal det utføres rørinspeksjon med videokamera. For å unngå eventuell ny inspeksjon eller ny belegging er det en god regel å sjekke inspeksjonsrapporten før utstyret kjøres bort fra anleggsstedet.

Dersom inspeksjonen avdekker en større feil, skal

ledningen ikke sette i drift før den er godkjent av ledningseier. En slik feil kan være:

- Rester etter rengjøring er "fanget" i belegget.
- Ufullstendig belegging.
- For tynt belegg.
- Belegg i klumper.
- Belegging gjennom vann.
- Ikke-blandet materialer.
- Hull eller blærer i belegget.

Den skadde delen må utbedres.

Dersom feilen er begrenset til et lite område, kan andre deler av ledningen settes i drift.

4.4.2 KONTROLL AV BELEGGTYKKELSE

Minimum beleggtykkelse bør være 1 mm. Belegget skal anses tilfredsstillende hvis 95 % er tykkere enn 1 mm og 100 % er tykkere enn 0.9 mm.

I Norge er vanlig minimum veggtykkelse 1.7 mm. Hvis en slik tykkelse er spesifisert, skal belegget godkjennes mht tykkelse hvis 95 % er tykkere enn den spesifiserte tykkelse og 100 % er tykkere enn 0.9 x den garanterte tykkelse.

Hvis den medgåtte masse indikerer for tynt belegg, skal det tas ut en prøve. Hvis denne viser at belegget er for tynt, skal beleggingen gjentas. Hvis tykkelsen avviker minimalt fra kravene, bør evt ny belegging revurderes.

4.4.3 DESINFEKSJON OG SPYLING

Etter fullstendig utherding skal renovert vannledning desinfiseres og spyles i henhold til VA/ Miljø-blad nr. 39 før den settes i drift.

4.5 KOMPETANSE

Belegging skal kun utføres av entreprenører med god kompetanse på området. Operatørene

må dokumentere kompetanse til å gjennomføre følgende operasjoner:

- Kjøring av rigg, inkludert oppvarming og sikkerhetskontroll.
- Lagring og behandling av beleggingsmaterialer og rensesvæsker.
- Kvalitetssjekk på renseutstyr.
- Vektkontroll.
- Temperaturkontroll på base/ herder.
- Påføring av belegg.
- Kontroll og inspeksjon av herding.
- Rapportere alle data som er viktige for kvalitet.

Underentreprenør skal bare brukes for arbeid som ikke direkte er forbundet med operasjon av riggen, eller på arbeid som ikke kan påvirke kvaliteten til det ferdige belegget. Det vil være ønskelig om det innføres en sertifiseringsordning i Norge på linje med den engelske, som krever at alle entreprenører som utfører slike arbeider skal være sertifisert.

4.6 DOKUMENTASJON

Utførende entreprenør skal dokumentere følgende:

- Datablad for produktenskaper og materialer.
- Vektkontroll.
- Beleggingsrapport pr strekk (adresse, produkttype, rengjøring, tid for start utherding, signatur).
- Sammendrag fra beleggingsrapporter (meter, diameter, liter gjennomsnittlig tykkelse, temperatur, blandingsforhold base/ herder).
- Rapport og video fra rørinspeksjon.
- HMS datablad.

Henvisninger:		Utarbeidet:	april 2006	SINTEF Byggforsk
/1/	<i>Renovering av store vannledninger, SINTEF Vann og miljø, S Hafskjold, januar 2005,</i>	Revidert:		
/2/	<i>Selection of the technologies for the rehabilitation or replacement of sections of a water distribution system. A best practise by the National Guide to Sustainable Municipal Infrastructure, NRC Canada, March 2003</i>	/5/	<i>Identifikasjon av organiske fremmedstoffer for materialer i kontakt med drikkevann og påvirkning av sensorisk kvalitet NFR prosjekt nr 126371/112, I Skjevraak, Mattilsynet, mars 2002</i>	
/3/	<i>Code of Practice; In Situ Lining of Water Mains (WRc for Drinking Water Inspectorate, 2004).</i>	/6/	<i>Poxyline – Innvendig epoksybelegging av vannledninger, notater ved Ø Enger, SCC, februar 2004</i>	
/4/	<i>Operational requirements, InSitu Lining of Water mains (WRc for Drinking Water Inspectorate, 2004).</i>	/7/	<i>Polyspray, semistrukturert belegg (brosjyre, NCC), godkjenning av Copon Hycote 169HB, september 2004, (Nasjonalt folkehelseinstitutt), Technical guidance note, Copon Hycote 169 HB (E. Wood); motatt fra Ø Enger januar 2006.</i>	