



Forskning i PE 100-rørsystemer

Ny forskning i rørsystemer til vandforsyning

I denne artikel fortælles om nye undersøgelser, der har fulgt de relativt nye PE 100-rørs opførelse, når de udsættes for henholdsvis jordlast, trafikpåvirkning, indre tryk og vakuum. Resultaterne er lovende og peger på en forventet meget lang funktionstid.

I de sidste fem år har det nye PE 100-rør vundet frem hos danske vandforsyninger. Det har haft betydning, at det stærkere PE 100-materiale har en mindre godstykkelse og dermed en større vandføring. Desuden har det i overgangen fra det tidligere meget anvendte PE 80-rør (PEM) været af betydning, at PE 100-røret har en lavere vægt og en kortere svejsetid.

I nogle europæiske lande er man dog ikke så langt fremme som i Danmark, og det er en af grundene til, at Wavin besluttede sig til at dokumentere PE 100-rørs opførelse og levetid gennem et større forskningsprojekt.

Undersøgelsen er også sat i gang, fordi det er Wavins generelle strategi at følge produkternes opførelse gennem årene. Dels kan vi dermed få bekræftet vores viden fra dengang produktet blev udviklet og testet i forsøgsprojekter. Dels kan vi få en mere konkret og håndfast viden om rørsystemers langtidsegenskaber, end laboratoriemålinger og beregninger kan give.

Denne indsamling af erfaringer må kunne interessere de ledningsejere, der investerer i ledningsnettet og også har forventninger til dets drift og holdbarhed. Derfor denne artikel.

Til gavn for fremtidens produkter

Som producent er målet at bruge disse forskningsresultater, når kommende generationer af rørsystemer skal udvikles. Derved kan vi altid tilbyde kunderne moderne produkter, der udnytter den nyeste forskning. Og da en producent kun har berettigelse, så længe han opfylder kundens behov, sikrer man ved hjælp af forskningsindsats sin eksistens på længere sigt - forhåbentlig da!



Den nye forskning i PE 100 viser, at rørene må forventes at have en levetid på flere hundrede år. Det indvendige tryk og den udvendigt påførte deformation opvejer hinandens påvirkning af røret, og det giver røret en meget stor sikkerhed.

Undersøgelserne er udført på vandforsyningsområdet. Men dele af resultaterne vil også være relevante for naturgasområdet, hvor man i fremtiden kan forvente, at PE 100 materialet også vil dukke op. De første anlæg med PE 100 har allerede set dagens lys.

Naturgas

Inden for naturgas vil man udnytte PE 100 materialets større styrke til at opnå et højere driftstryk på 7 bar, hvor det højeste tilladte driftstryk for plastledninger hidtil har været 4 bar.

Sådan blev forsøget stillet op

Vi etablerede et større forsøgsområde på en mark ved fabrikken i Hammel, hvor mange relevante aspekter kunne dokumenteres under realistiske forhold. Samtidig undersøgte vi tilsvarende eksisterende rørledninger, der for 3-4 år siden blev lagt af Odense Vandselskab og Hjørring Vandforsyning - for at have en reference at sammenligne forsøgsopstillingens resultater med. Undervejs sammenlignede vi ligeledes med lagte rør af PE 80 (PEM).

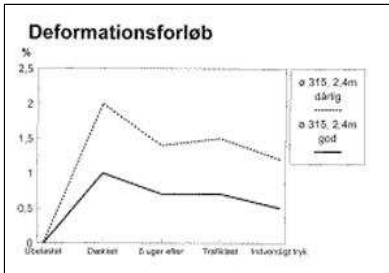


Ved et stort feltforsøg i Hammel målte man både PE 100-rørs opførelse, når det var installeret omhyggeligt efter DS 430/ DS 475, og når sandfyldet blot var hældt på. I ingen af tilfældene nærmede rørenes deformationsstandardernes maksimum på 8%, heller ikke under kraftig trafiklast.

I Hammel etablerede vi 3 rørgrave med hver 80 meter rør. To af rørgravene havde en dybde på 1,2 meter, og her installerede vi rør i dimensionerne 160 mm og 315 mm. I den sidste rørgrav installerede vi rørledningen i 2,4 meters dybde, som er ekstremt i Danmark, men normalt i flere europæiske lande.

Forsøget blev fulgt af en af verdens førende uafhængige eksperter på området, professor Lars-Eric Janson, og af laboratorieforsker Frans Alferink fra Wavins centrale udviklingsafdeling i Holland. Alferink var også ansvarlig for, at rørprøver fra alle nye og gamle installationer blev undersøgt på laboratoriet både hvad angår kvalitet af råmateriale og produktion. Desuden simulerede han i laboratoriet de samme belastninger, som blev undersøgt i den praktiske del af forsøget i Hammel.

For at gøre forsøget realistisk valgte vi PE 100 i den tyndeste godstykkelse (SDR 26, PN 6,3), der også er det mest anvendte rør i Danmark.



Eksempel på et af de undersøgte rørs deformation henholdsvis installeret efter DS 430/DS 475 eller blot medpåkasted sandfyldning. Som man kanse på kurverne, giver jorddækningen første svag deformation, idet røret installeres. Deformationen er alt i alt mellem 0 og ca. 2% og størst på den strækning, hvor røret blev installeret 'dårligt'. Som man kan se, aftager deformationen igen efter 8 uger, hvor rør og omkring fyldning har konsolideret sig. Da røret siden trafikbelastes, stiger deformationen anelse igen og aftager endeligt, når røret udsættes for indre tryk.

Alle 3 rørstrækninger blev delt i to. De første 40 meter blev lagt efter DS 430/DS 475 med omhyggelig pakning og vibrering af sandfyldet. Men i den anden halvdel blev sandfyldet og det opgravede materiale efter rørets installering blot igen fyldt i rørgraven uden yderligere bearbejdning. Begge lægningsmetoder blev undersøgt og målt af Vejdirektoratet bl. a. med hensyn til Proctorværdi.

Kraftige belastninger

Da forsøgene var etableret, blev ledningerne udsat for de værste tænkelige forhold, man i praksis kan forvente under drift af røret. Et af hovedmålene med disse undersøgelser var netop at undersøge, hvordan røret opfører sig under forskellige belastningsforhold.



Vibrering på forsøgsstrækning lagt i henhold til DS 430/DS 475

For det første blev alle seks typer af installationer undersøgt både med og uden trafikbelastning. Trafiklasten lavede vi ved at køre en truck med et akseltryk på 14 tons hen over arealet over røret. Trafikbelastningen fordeltes direkte ned igennem jorden, da der ikke var noget bærelag over røret og derfor heller ikke nogen belastningsudligning som fra normal vejbelægning eller anden befæstning.

Over- og undertryk

Alle seks typer af installationer blev også belastet med et indvendigt nominelt tryk på 6,3 bar og et vakuum på 0,95 bar dvs. et absolut tryk på 0,05 bar (95% vakuum). Disse indvendige over- og undertryk blev opnået ved lufttryk for ikke at risikere at skade det elektroniske måleudstyr med vand.

Sådan målte deformationerne

Et ubelastet rør uden dækning blev defineret som undersøgelsens udgangspunkt for målinger (0-punkt). Straks efter dækningen af røret blev den første måling foretaget, og igen efter 8 uger hvor røret havde haft tid til at konsolidere sig. I alle 8 uger overvågede vi rørets og jordens temperatur for at være helt sikker på, at temperaturændringer ikke kunne have indflydelse på de efterfølgende målinger.

Herefter påførte vi trafikbelastningerne og siden tryk og vakuum. Til sidst målte vi strækningerne, hvor røret igen var trykløst.

Sådan var resultaterne

Generelt kan man sige. At de målte deformationer på intet tidspunkt nærmede sig den maksimale deformation på 8% i henhold til DS 430/DS 475. PE 100-rørens stivhed er dermed under alle forhold mere end tilstrækkelig.

Som man kunne vente, gav jorddækningen en svag øgning af deformationen straks efter installeringen. Og det var heller ikke overraskende, at deformationen viste sig at være større på det rør, der var installeret mindre omhyggeligt i forhold til det rør, der var installeret i henhold til DS 430/OS 475.

Da rørene blev trafikbelastet, så vi, at det dårligt installerede rørs deformation blev øget, mens trafiklasten næsten ikke kunne spores på det rør, der er installeret efter DS 430/DS 475.

Denne måling kan heller ikke overraske. Fra forskning i kloakrør ved vi, at udførelsens omhyggelighed er af større betydning for deformationen end rørets stivhed. Og på kloaksiden opererer man endda normalt med lavere stivheder end på trykrørssiden. De undersøgte PE 100-rør svarer til kloakrørs stiveste rørkasse S, der også anvendes til trykbærende kloakpumpeledninger.

Mere interessant var det dog, at deformationen aftog efter 8 ugers konsolidering, idet røret stabiliserede sig sammen med jorden. Det underbygger moderne forskning i fleksible rør, som pointerer den fordel, at rør af termoplastiske materialer (som PE og PVC) arbejder sammen med de fleksible jordomgivelser. Netop det faktum, at røret kan deformere, giver det stor styrke over for skiftende belastningsforhold.

At fokusere på rørets stivhed i sig selv er derfor i princippet lige så fejlagtigt som at forstærke stive bygningskonstruktioner i jordskælvstruede områder. I Kobe i Japan og Californien i USA faldt forstærkede bygningskonstruktioner under jordskælv, mens bygninger med specielle fleksible fastgørelser overlevede rystelserne. I Kobe kunne man også iagttage, at rørsystemer af PE og PVC klarede sig bedre end stive materialer.

Ekspertene blev overraskede

Forsøgets største overraskelse viste sig dog, da vi satte drifttryk på til sidst. Det indvendige tryk viste sig at virke som en slags kalibrator, der reducerede deformationen og genrandede røret.

I princippet logisk nok, men ingen af de tilstedeværende eksperter havde nogen sinde turdet hævde, at det forholdt sig sådan, fordi netop dette fænomen ikke var undersøgt før.

Målinger på og opgravninger af rørprøver ved de allerede eksisterende ældre installationer i Hjørring og Odense viste helt parallelle resultater med de kontrollerede feltforsøg foretaget i Hammel. Derfor går vi ikke nærmere ind på dem her.

Konklusioner

Stivhed har aldrig været af betydning for design af trykrør. Men da PE 100 har reduceret godstykkelse, fordi materialet er stærkere, valgte vi at undersøge betydningen af rørets stivhed. Stivheden viser sig at være uden betydning.

Set i lyset af, at normerne anbefaler en maksimal deformation på 8%, var de fundne deformationer minimale - endda under ekstreme forhold. Når rørene var lagt efter DS 430/DS 475, målte vi en gennemsnitlig deformation så lav som 1,5% med enkelte maksimale deformationer på 2,5%.

Selv ved en mindre omhyggelig lægning var den gennemsnitlige deformation kun 2,5% med enkelte maksimale deformationer på 5,5%. Det betyder dog ikke, at man kan se bort fra eksisterende standarder eller leverandørernes lægningsforskrifter. Disse regler er med til at sikre, at røret ikke beskadiges under lægningen, eller at der opstår punktbelastninger på røret på grund af sten eller utilstrækkelig sidestøtte. Hvis installationen er for dårligt udført, kan det i værste fald påvirke rørets funktion og langtidsegenskaber.

Et overraskende og positivt resultat er der, at det indvendige tryk har en genrundende effekt på røret. Det vil sige, at normalt vandværkstryk nedsætter rørets deformation.

Det er ikke vigtigt, fordi rørets deformation i sig selv skulle være et problem. Men pointen er, at fordi det indvendige tryk og den udvendigt påførte deformation opvejer hinandens indvirkning på røret, vil de to belastninger tilsammen ikke give nogen reduktion i rørets forventede levetid.

Selv vakuum, der nærmer sig det største man kan nå, har ikke nogen indflydelse på røret. Et stort set lufttomt rør, belastet af et negativt tryk på 95% vakuum, viser ingen tegn på deformation.

Vi kan derfor uden at overdrive konkludere, at vi må regne med en betydelig længere levetid end forudsat i standarderne. Et korrekt produceret og korrekt installeret PE 100-rør må forventes at have en levetid på flere hundrede år.

Det er til gavn for systemernes drift og økonomi. Da det samtidig sparer ressourcer til produktion, transport og lægning af nye rør, må det siges at være det meste relevante miljøargument, man kan finde for et produkt.

Artiklen har været trykt i VVS nr. 2 1997.

Desuden har artiklen i en delvis anden udgave været trykt i Vandteknik nr. 9 1996