
Rapport SGC 004
**KRAV PÅ MATERIAL VID KRINGFYLLNAD
AV PE-GASLEDNINGAR**

Jan Molin, VBB

April 1991



Rapport SGC 004
**KRAV PÅ MATERIAL VID KRINGFYLLNAD
AV PE-GASLEDNINGAR**

Jan Molin, VBB

April 1991

PROJEKTRAPPORT

PROJEKT SGC 9023

KRINGFYLLNING FÖR GASLEDNINGAR AV PE

PROJEKTANSVARIG: LARS CLEMENSSON, SYDKRAFT, TBG

PROJEKTHANDLÄGGARE: LARS-ERIK ANDERSSON, - " -

KONSULT: JAN MOLIN, VBB

APRIL 1991

PROJEKTET HAR BESTÄLLTS OCH FINANSIERATS AV SGC.



VBB VIAK

Rev. 1991-04-03
1990-11-13
R3241
Sydkraft FUD

PM
angående kringfyllning för gasledningar av PE

1. Inledning

Denna rapport utgör del av Sydgas FUD-projekt "Coating och kringfyllning för gasledningar av stål och PE". Övriga delar av detta FUD-projekt har redovisats i "PM angående val av godstjocklek, coatingtyp och kringfyllningsmaterial i stenig jord", VBB 1990-06-12.

Syftet med FUD-projektet är att göra en teknisk och ekonomisk utvärdering av kraven på godstjocklek, coating och kringfyllning för gasledning i stenig terräng.

I denna PM behandlas gasledning av PE-rör.

2. Nuvarande anvisningar

Krav på kringfyllningen för gasledningar av polyeten, PE, finns i Distributionshandboken, remissutgåva april 1988, i remissutgåva av Naturgasdistributionsnorm, NGDN-90, samt i Sydkrafts Byggbeskrivning för mark- och rörarbeten (max 16 bar) 1988. I dessa tre handlingar är kraven något olika såsom framgår av nedanstående sammanställning:

NGDN-90	Material ur grupp 2 eller 3a enligt MarkAMA. Största kornstorlek 8 mm. Skarpkantigt material får ej förekomma.
Sydkraft -88	Sand (typritning 400 101)
Distributionshandboken -88	Sand (typritning 400 101). Max stenstorlek 8 mm. Ej skarpkantigt material.

Sydkraft -88 har således strängast materialkrav, medan kravet i NGDN-90 mjukats upp i förhållande till både Sydkraft -88 och Distributionshandboken -88.

Det kan i detta sammanhang ha intresse att notera att kringfyllningskraven för gasledningar är väsentligt skarpare än för vatten- och avloppsledningar. I publikation VAV M15, 1984, anges nämligen att kringfyllning ur materialgrupp 2, 3a och 3b får användas (den sistnämnda gruppen dock endast vid fyllningshöjd mindre än 2,5 m) och att fyllningsmaterialet skall ha en största kornstorlek av 20 mm. Enstaka icke skarpkantiga partiklar får dock förekomma med en storlek av upp till 10 % av ledningens diameter, dock max 60 mm.

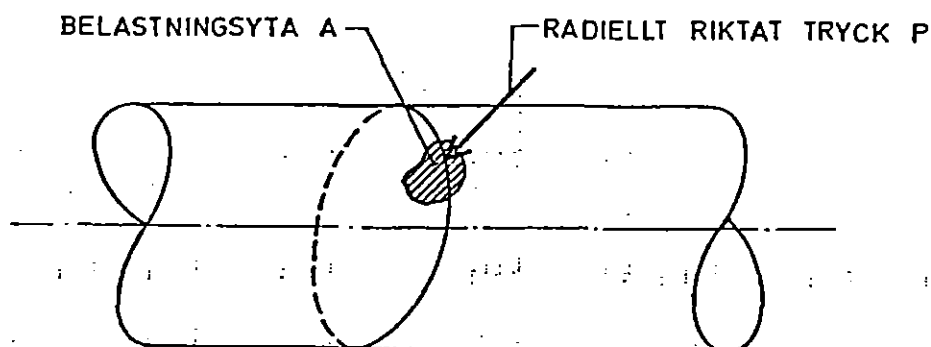
Motivet bakom de stränga kringfyllningskraven för gasledningar är självfallet att det allmänna säkerhetskravet är större för dessa ledningar än för VA-ledningar.

3. Inverkan av punktformig belastning

Kringfyllning

Om plaströr i mark omges av stenfritt, sandigt material erhålls en gynnsam tryckfördelning runt röret och den maximala påkänningen i rörväggen blir en funktion av rörets deformation på grund av jord- och trafiklast. Om däremot fyllningen runt röret innehåller sten, eller om röret läggs direkt på en stenig schaktbotten, uppstår mer eller mindre punktformiga tryck mot rörväggen. Vid sådana punkter erhålls då koncentrerat högre påkänningar i rörväggen och lokalt höga påkänningar uppstår i rörväggen.

För det belastningsfall som visas i Figur 1 kan en approximativ beräkning av deformationer och böjpåkänningar utföras enligt följande, se ROARK, 1983, under förutsättning att belastningsytan A är liten i förhållande till rördiametern:



Figur 1. Punktbelastning mot rör i jord orsakad av stenanliggning

$$\text{Böjpåkänning ringled:} \quad \sigma_r = \frac{2,4 P}{s^2} \quad (1)$$

$$\text{Böjpåkänning axialled:} \quad \sigma_a = \frac{0,4 P}{s^2} \quad (2)$$

$$\text{Lokal intryckning:} \quad y = C \cdot \frac{P}{E \cdot s} \cdot (D/s)^{1,22} \quad (3)$$

där P = punktlast
s = vägg tjocklek
E = rörväggens elasticitetsmodul
D = rördiameter
C = koefficient

De angivna formlerna gäller egentligen för elastiska material och små deformationer men bedöms kunna användas åtminstone för approximativa studier av olika parametrars inverkan på spänningar och deformationer även hos plast-rör.

För att exemplifiera vad de angivna sambanden innebär för det praktiska fallet med stenanliggning mot röret kan följande resonemang föras. Om sten förekommer i kringfyllningen närmast röret blir anliggningskraften mellan sten och rör minst lika med jordtrycket gånger stenens mot rörväggen projicerade area. Antas för enkelhets skull att stenarean är kvadratisk erhålls anliggningskrafter enligt Tabell 1 för olika stenstorlekar vid fyllningshöjder inom intervallet 0,8-3,0 m:

Tabell 1

Korn, kant- längd, mm	Anliggnings- kraft, N
5	1,8
10	7
20	28
50	175
100	700
150	1575

Böjpåkänningen i rörväggen av stenanliggning påverkas av lastens storlek och av rörväggens tjocklek såsom framgår av ekv. (1) och (2). Den maximala påkänningen uppstår i ringled för ett rör med liten godstjocklek. För rör-

dimension 110 mm är vägg tjockleken ca 10 mm. Tillåten böjpåkänning av stenanliggning antas vara 1,0 MPa, vilket är halva den påkänning som tillåts för inre tryck. I Tabell 2 redovisas tillåtna anliggningskrafter beräknade enligt ekv. (1) för några av de mindre rördimensionerna jämte maximal kornstorlek interpolerad ur tabell 1.

Tabell 2

Rördimension $D_y \times t$, mm	Tillåten anliggningskraft, N	Kornstorlek, mm
125x11,4	54	28
90x8,2	28	20
63x5,8	14	14
32x3,0	3,8	7

De utförda beräkningarna är av överslagsmässig natur. Det är således sannolikt att ekv. (1) ger för höga påkänningar, åtminstone för tunnväggiga rör med förhållandevis stora deformationer.

Med ledning av ovan gjorda beräkningar och överväganden bedöms kringfyllning med maximal kornstorlek 20 mm kunna användas för rördimension 63x5,8 och större utan att de lokala böjpåkänningarna ligger över tillåtna värden. För den minsta rördimensionen 32x3,0 bör kringfyllningen ej innehålla korn större än 8 mm.

Ojämn ledningsbädd

Om fast inbäddade stenar med anliggning mot röret förekommer i ledningsbädden, uppkommer större anliggningskrafter än de ovan angivna. Detsamma gäller om ledningsbädden är ojämn. Belastningsfallet karaktäriseras dock i detta fall av att deformationen i det närmaste är konstant. Det är för detta belastningsfall mer intressant att studera töjningen än spänningen, eftersom den senare vid konstant deformation i PE avtar på grund av relaxation. Genom kombination av ekv. (1) och (3) kan följande uttryck för böjtöjningen härledas:

$$\epsilon = \frac{2,4 \cdot (y/D)}{C \cdot (D/s)^{0,22}} \quad (4)$$

där

ϵ = böjtöjning i ringled

y = lokal intryckning

C = koefficient

Värdet på koefficienten C kan enligt ROARK, 1983, beräknas till 5 à 10 för en lång cylinder. Väljs försiktigtvis värdet 5 erhålls följande samband mellan töjningen ϵ och lokala intryckningen y för rör PE, NT 0,4 MPa (som har $s/D = 0,10$):

$$\epsilon = 0,3 \cdot (y/D) \quad (5)$$

För VA-ledningar kan en konstant böjtöjning av storleksordningen 5 % accepteras för polyeten. Med hänsyn till gängse skillnad i säkerhetsfaktor för VA-ledningar och gasledningar föreslås här att för gasledningar en maximal böjtöjning av storleksordningen 2 % accepteras. Detta leder till att en lokal intryckning på upp till ca 7 % av rördiametern kan tillåtas. Detta värde kan normalt innehållas vid ett utförande av ledningsgrav enligt MarkAMA och med ledningsbädd av friktionsjord med maximal kornstorlek 20 mm.

4. Rekommendationer

Mot bakgrund av de praktiska erfarenheter som vunnits från VA-ledningar av plast och från de hittills utförda gasledningarna av PE samt med ledning av de beräkningsmässiga övervägandena som redovisats ovan lämnas följande rekommendation:

Kringfyllning Kringfyllning utförs av material ur grupp 2 eller 3a enligt MarkAMA 83. Största kornstorlek får för okrossat material vara högst 20 mm och för krossat material högst 8 mm. För rördimension 32x3,0 får kringfyllning ej utföras med krossat material och största kornstorlek vara högst 8 mm. Kringfyllning skall utföras till minst 100 mm eller 300 mm ovan rörhjässan beroende på vilken typ av massor som används till resterande fyllning. Kringfyllning packas enligt packningsklass 2 i MarkAMA 83 i trafikyor.

Resterande fyllning

Resterande fyllning utförs normalt med schaktmassor. Om kringfyllning utförts till minst 100 mm ovan rörhjässa får resterande fyllning innehålla enstaka stenar med max kantlängd 100 mm om dessa förekommer jämnt fördelade i fyllningen. Om kringfyllning utförts till 300 mm får enstaka stenar med max kantlängd 300 mm förekomma jämnt fördelade i fyllningen. Packning av resterande fyllning utförs enligt packningsklass 2 i MarkAMA 83 i trafikyor.

De ovan föreslagna materialen till kringfyllning och resterande fyllning medför att befintliga schaktmassor kan användas i fler fall än vad som gäller med nuvarande föreskrifter. I dessa fall leder förslaget till en påtagligt lägre anläggningskostnad. Besparingens storlek beror mycket på de lokala förhållandena, transportavståndet för fyllningsmaterialet etc. Vid ett pris av 100:-/m³ för sidotagsmassor bedöms besparingen kunna uppgå till storleksordningen 50:- à 100:- kronor per löpmeter ledning, om schaktmassor kan användas i stället för sidotagsmassor.

Malmö 1990-11-15
VBB gasteknik

Rev. 1991-04-03


Jan Molin



Svenskt Gastekniskt Center AB

Box 50525, 202 50 MALMÖ

Telefon: 040-700 40

Telefax: 040-30 50 82