



Teknisk brochure

Krah regnvand- og
afløbssystem



European Union
Regional Development Fund



Investing in your future

Indholdsfortegnelse

KRAH korrugerede rør	4
1. Tekniske parametre	
1.1. Rørens massefylde	6
1.2. Flexibilitet	6
1.3. Slidstyrke	6
1.4. Slagfasthed	6
1.5. Hydrauliske egenskaber	7
1.6. UV-resistens	7
2. Profiler	
2.1. Profil og ringstivhed	8
2.2. Profiltyper af KRAH rør	8
3. Projektering	
3.1. Beregning af hydrauliske parametre	10
3.2. Statiske beregninger af rør ved installation i jord	12
3.3. Fittings	12
3.4. Grenrør	12
3.5. Bøjninger	12
3.6. Overgange	13
3.7. Inspektionsbrønde	13
4. KRAH rør tilslutningsmetoder	
4.1. Samling af KRAH rør med integreret el-svejsning	16
4.2. Samling af KRAH rør med muffe og tætningsringe	18
5. Lægning af KRAH rør	
5.1. Udgravningen	19
5.1.1 Udgravningens bredde	19
5.1.2. Afledning af vand	20
5.2. Fyldning og støtte	20
5.3. Genopfyldning	21
5.4. Komprimering	21
5.5. Tæthedskontrol	21
6. Renovering	22
7. Transport	22
8. Opbevaring	22
9. Kvalitetskontrol	23
DIN 16961-2:2010-03	24



KRAH Korrugerede rør

Materiale

Polyethylen (PE) og polypropylen (PP) er plastmaterialer, der passer glimrende til vand- og afløbsrørledninger samt til opbevaring af væske og faste stoffer. PE og PP er miljøvenlige og modstandsdygtige mod de fleste kemikalier. De er derfor velegnede til at opfylde ovennævnte formål.

Krah rør fremstilles af følgende plastmaterialer:

- Polyethylen (PE80 og PE100)
- Polypropylen (PP-R, PP-H, PP-S)

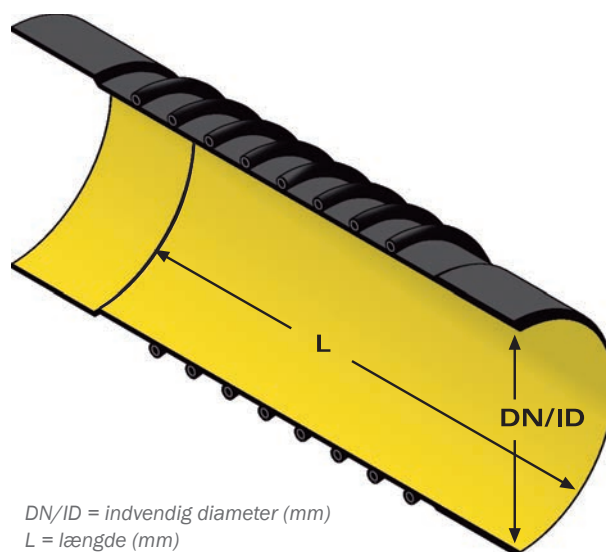
Materialeegenskaber fremgår af tabellen herunder. Det er tilladt at bruge andre materialer, når producent og en 3. parts kvalitetskontrol har givet sit samtykke. Uanset mulig overenskomst mellem parter, kan der i produktion kun anvendes materialer med de egenskaber, der vises i tabellen herunder. Ifølge seneste undersøgelser er det også tilladt at bruge PP, der har en høj ringstivhed. Kontakt os for yderligere information eller læs databladet på materialet.

Materiale specifikationer

Egenskab		Standard	Enhed	PE 80	PE 100	PP-R
Massefylde		DIN 53479 ISO 1183	g/cm ³	0.95	0.96	0.91
Smelteindeks MFR 190/5 MFR 190/21.6 MFR 230/5	Kode T Kode V Kode V	ISO 1133	g/10 min	ca. 0,43 ca. 10 -	0,45 6,6 -	0,50 - 1,25-1,5
Trækstyrke fleksibilitet Kortvarige Langvarige (50 år)		ISO 178	N/mm ²	1.000 170	1200 170	750 160
Løbspænding		DIN 53495	N/mm ²			
Trækstyrke		DIN 53495	N/mm ²	32	38	15
Forlænger til brækning		DIN 53495	%	> 600	> 600	> 50
Afvinkling		ISO 2039	N/mm ²	42	46	45
Lineær varmeudvidelseskoefficient		DIN 53752	1/°C	1,8 x 10 ⁻⁴	1,8 x 10 ⁻⁴	1,6 x 10 ⁻⁴
Farve		-	-	Sort/ gul	Sort/ gul	grå

Rørlængde

Krah rør har som standard en længde (L) på 6 meter. Rør med denne længde er nemme at håndtere, opbevare og transportere. Det er desuden muligt at fremstille rør i hvilken som helst længde fra 1 til 6 meter. Jo længere røret er, desto færre samlinger og desto nemmere er det at installere rør. Ved behov leveres også



rør, der er samlet på forhånd. Det giver en markant reduktion af installationstiden på installationssteder. Der anvendes ofte 18 meter lange rør.

Rørdiameter

Krah rør fremstilles med en indvendig diameter fra DN/ID 500 mm op til DN/ID 3000 mm. Nominaldiameteren (DN) er den samme som rørets indvendige diameter (ID), eftersom godstykkelsen kan forøges eller reduceres ved rørdimensionering, mens rørens indvendige diameter altid forbliver den samme.

Det sikrer, at rørsystemets forudsatte hydrauliske kapacitet ikke ændres.

Vægttykkelser

Både korrugerede og massive rør kan produceres med en godstykkelse op til 300 mm.

Minimal godstykkelse ifølge standard EN 13476, tabel 5

Rør dimension DN/ID [mm]	s1, PE rør [mm]	s1 PP rør [mm]
300	2.0	2.0
400	2.5	2.5
500	2.5	3.0
600	3.3	3.5
800	4.5	4.5
1000	5.0	5.0
> 1200	5.0	5.0

Rørkvaliteten afhænger primært af rørvæggens kvalitet og godstykkelse. Derfor har Krah rør altid mindst 4 mm godstykkelse, uanset minimumskrav fastsat i standarden.

Korrugerede rør

Fordelen ved korrugerede rør er, at de kombinerer en meget lav vægt med gode styrkeegenskaber. Det gør det muligt at bruge løsningen i anlæg med intensiv belastning. Man kan producere korrugerede rør med samme statiske egenskaber som massive rør, men med et betydeligt mindre materialeforbrug. Det betyder en markant reduktion af materialeomkostninger. Statisk belastningsevne af hver profil defineres i henhold til materialets fleksibilitetsmodul (N/mm²) og profilgeometriske inertimoment (mm⁴/mm). Resultatet kaldes for ringstivhed. Rør med korrugerede vægge og samme ringstivhed er op til 65% lettere end rør med massive vægge. Krah rør er de mest sikre og holdbare på markedet. Vores rør kan nøjagtigt tilpasses kravene i det konkrete projekt.

Indre tryk

Krah rør kan, afhængigt af godstykkelse, holde til mindst 3 bars tryk. Den minimale godstykkelse for trykrør kan man finde, når man bruger ringstivhedsformlen i standarden DIN 8074.

Koekstrusion

Normalt leveres alle rør med en lys indvendig overfladebelægning, der er velegnet til TV-inspektion. I særlige tilfælde, for eksempel til fremstilling af brændstofcontainere, kan de fremstilles med en strømførende indvendig overfladebelægning. Ved hjælp af koekstrusion fremstilles den lyse, indvendige overflade, der letter identificeringen af mulige skader. Den sorte udvendige overflade sikrer samtidig en langvarig UV-bestandighed (der gør det muligt at bruge og opbevare rør udendørs).

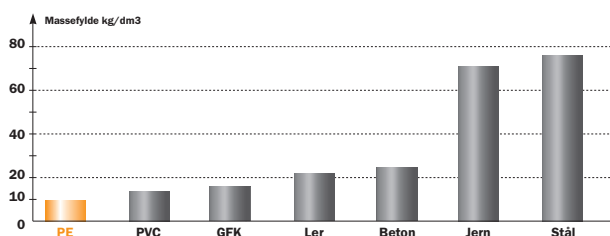
Normer og standarder

Krah rørsystemer matcher alle anvendte internationale normer og standarder. Krah AG er medlem i de vigtigste standardiseringsudvalg. Det sikrer, at de fremstillede rør matcher standarder, og at standarderne selv afspejler virkeligheden og de reelle betingelser, de skal fungere i.

1. Tekniske parametre

1.1 Rørenes vægt

Krah rør er meget lette og dermed nemme at installere. Der er sjældent behov for særskilte løfteanordninger, når man installerer et Krah rørsystem.



Værdier af materialegenskaber



Korrugerede rør har de samme statiske egenskaber som massive rør. Det betyder, at brug af korrugerede rør muliggør en reducere af rørvægten på op til 65%.

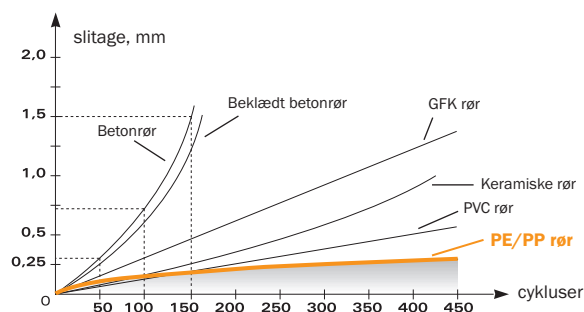
1.2 Fleksibilitet

Rør fremstillet af PE og PP har betydelige fordele i forhold til rør fremstillet af beton, stål og andre materialer. Takket være fleksibiliteten har Krah rør en meget høj bestandighed. Det sikrer, at rørene kan holde til betydeligt større belastninger og deformationer, når projektet kræver det. Krah rør deformeres ved ujævnheder og bevægelser i terrænet. Det nedbryder dog ikke rørene, da rørsystemerne efter overbelastning eller ved ujævnheder/terrænbewægelser vender tilbage til deres oprindelige former. Den anden fordel er rørenes store fleksi-

bilitet. Endda i områder, hvor der er risiko for jordskælv, forbliver Krah plastrør, modsat rør fremstillet af andet materiale, uden skader. Med Krah rørs store fleksibilitet holder de til meget store belastninger – for eksempel som et oplagt materiale i vej anlæg.

1.3. Slidbestandighed

PE og PP rør har en meget høj grad af slidbestandighed. Dette faktum er blevet testet – bl.a. gennem den såkaldte Darmstadt-procedure. Testresultat beskrives i figuren herunder. Testresultaterne bekræfter kvaliteten af PE rør. De viste testeksempler blev gennemført på Süddeutsche Kunststoffzentrum.



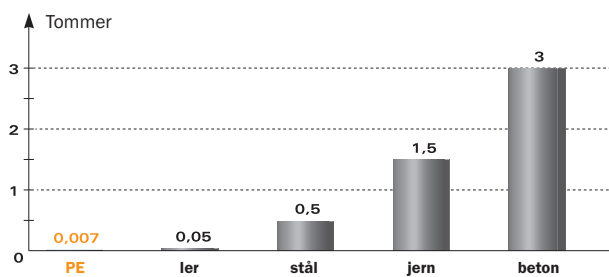
Slidkurver ifølge Darmstadt af rør fremstillede af forskellige materialer.

1.4 Slagfasthed

Krah rørs høje slagfasthed, endda ved lav temperatur, sikrer, at rørene er modstandsdygtige mod alle mulige slagskader under transport og installation samt i hele anvendelsestiden.

1.5. Hydrauliske egenskaber

Takket være Krah rørs glatte indvendige overflade, forbliver Krah rørs indvendige diameter og hydrauliske egenskaber altid de samme, uanset hvilken godstykkelse eller profil, man anvender. Nominaldiameter (for eksempel DN/ID 500) modsvarer ifølge standarden DIN 16961 den samme indvendige diameter. Sammenlignet med andre materialer, der anvendes i fremstillingen af rør, for eksempel beton, kan man ved PE og PP anvende rør med mindre diameter, da disse materialer har betydeligt mindre ruhedsværdi end beton. Det betyder en markant reduktion af omkostninger på rørsystemer, da disse er betydeligt lettere at håndtere.



Ruhedsværdier

1.6. UV-bestandighed

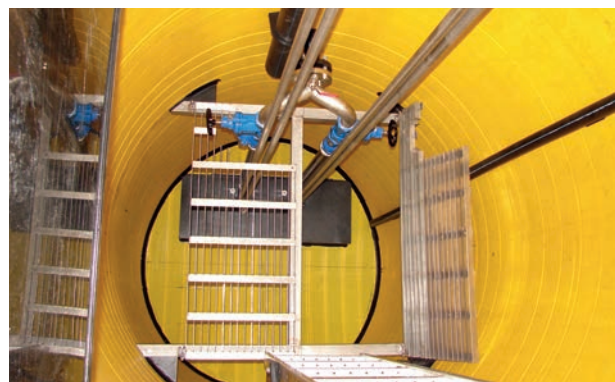
Sorte PE rør er bestandige mod atmosfærisk korrosion og UV-stråling. Derfor opstår der ikke materialeskader ved udendørs anvendelse eller opbevaring. Der er desuden ikke synlige aldringstegn på materialet.



Volumenledning 60m³



Pumpestation DN/ID 1600



Pumpestation (set indenfra)

2. Profiler

2.1. Profiler og ringstivhed

Med ringstivhed fastlægges hver profil for sig, og man kigger som udgangspunkt på langvarig fleksibilitetsmodul (Young modul), profilens inertimoment og rørdiameter. Anvendelse af et korrugeret rør reducerer rørvægten betydeligt, når man sammenligner med massive rør med den samme ringstivhed. Rørvæggens struktur gør det muligt at anvende disse rør ved store, statiske belastninger.





2.2 Profiltyper af KRAH rør

Profiltipe: PR

PR profilen har som den væsentligste egenskab en glat indvendig overflade og en korrugeret udvendig overflade. Lav vægt og høj stivhedsgrad beskriver bedst denne profils væsentligste egenskaber. Disse typer af profiler anvendes for det meste i rørsystemer - for eksempel afløbs-, regnvands- og ventilationssystemer.

Profiltipe: OP

Denne profil har en glat indvendig overflade, og profilens udvendige overflade har et mønster, der ligner de olympiske ringe. Også den profil har som en af de væsentligste egenskaber en lav vægt og en meget høj stivhedsgrad.

Profiltipe	tværsnit	Illustration
PR		
OP		

Profiltipe: SQ

En profil med en glat ind- og udvendig overflade, med et eller flere lag i den indre struktur.

Den har en høj langvarig stivhedsgrad, hvilket især gør den velegnet til stor belastning samt ved store diametre.

Profil nr	I_x [mm ⁴ /mm]	e [mm]	se [mm]
PR	317 - 47 548	6.02 - 36.38	15.61 - 82.94
OP	14 942 - 194 000	32.98 - 75	56.39 - 132.44
SQ1	7 700 - 27 000	22.74 - 37.52	45.35 - 68.68
SQ2	34 400 - 107 900	41.32 - 65.07	74.48 - 108.99
SQ3	92 000 - 300 000	60.04 - 95.99	103.35 - 153.18

Liste over typiske profiler

I_x = inertimoment, e = inertidistance,
 se = tykkelse af sammenlignelig massivt rør

Profiltipe: VW

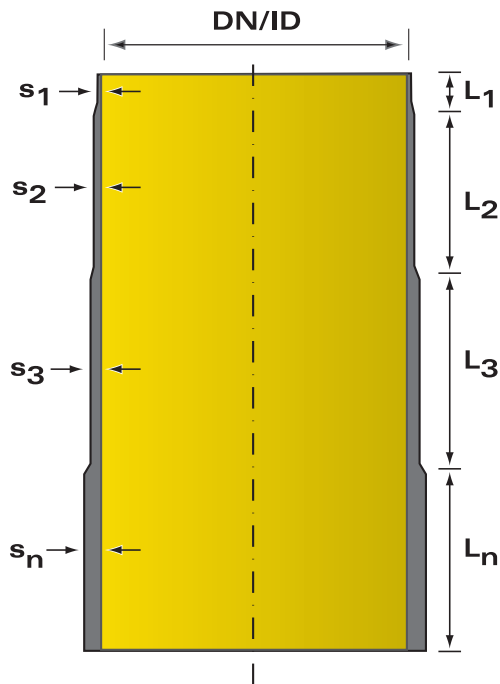
VW profil er et massivt rør med glat ind- og udvendig overflade. Disse rør er velegnet til brug som trykledninger. Minimal vægtykkelse er 5 mm, maksimal 80 mm.

Profiltipe: ST

Rør med ST profil er velegnet til fremstilling af lodret-stående rør til f.eks. brønde og pumpestationer, hvor forskellige vægtykkelser på en længde (flere trin) vil kunne bruges for at spare materiale. Beregningsmetode ifølge standarden DVS 2205.

Rør med trin (flere vægtykkelser)	minimal	maksimal
Nominal bredde (Di)	300 (mm)	4000 (mm)
Antallet af trin (n)	2	6
Trinlængde (L)	200 (mm)	Rørlængde
Vægtykkelse af trin (s)	5 (mm)	300 (mm) for PE 150 (mm) for PP
Trinafstand	5 (mm)	

Tekniske oplysninger af rør med trin



Figur: Et lodret-stående rør med trin
 s_1 = Vægtykkelse af trin
 L_1 = længde af trin

ID	Profil	SN	h	OD	a
500	PR21	2	27	554	120
	PR34	4	39	578	120
	PR34	6	39	578	120
	PR34	8	39	578	100
600	PR21	2	29	658	120
	PR34	4	39	678	120
	PR34	6	41	682	120
	PR42	8	46	692	100
800	PR34	2	39	878	120
	PR42	4	48	896	120
	PR54	6	60	920	120
	PR54	8	60	920	120
1000	PR42	2	46	1092	100
	PR54	4	60	1120	120
	PR65	6	71	1142	140
	PR65	8	73	1146	140

ID	Profil	SN	h	OD	a
1200	PR54	2	60	1320	120
	PR65	4	71	1342	120
	PR75	6	83	1366	140
	PR75	8	85	1370	140
1400	PR65	2	71	1542	140
	PR75	4	83	1566	140
	PR75	6	87	1574	140
	PR75	8	91	1582	140
1500	PR65	2	71	1642	120
	PR75	4	85	1670	140
	PR75	6	89	1678	120
	PR75	8	95	1690	140
1600	PR65	2	73	1746	140
	PR75	4	87	1774	140
	PR75	6	93	1786	140
	PR75	8	97	1794	140
1800	PR75	2	83	1966	140
	PR75	4	91	1982	140
	OP65	6	122	2044	120
	OP65	8	127	2054	120
2000	PR75	2	85	2170	120
	OP65	4	117	2234	120
	OP65	6	127	2254	120
	OP65	8	132	2264	140
2200	PR75	2	89	2378	120
	OP65	4	127	2454	100
	OP65	6	135	2470	100
	OP65	8	142	2484	120
2400	PR75	2	93	2586	140
	OP65	4	132	2664	120
	OP65	6	141	2682	120
	OP65	8	151	2702	100
3000	OP65	2	131	3262	100
	OP65	4	148	3296	120
	OP65	6	169	3338	100
	SQ354-299.51	8	171	3342	61

Tabel 1.1 profiltyper af Krah rør

3. Projektering

3.1. Beregning af hydrauliske parametre

Hydrauliske beregninger

Grundlaget for beregninger af rørs hydrauliske egenskaber er Europæisk Standard EN 752:2008 [1]. I standarden er der angivet to formler til beregning af strømningens gennemsnitshastighed i dræn og afløbsledninger: Colebrook-White's og Manning's formel.

Colebrook-White formel

I en helt fyldt rundt ledning kan man beregne strømningens gennemsnitshastighed ved hjælp af følgende formel:

$$v = -2\sqrt{(2gDI)} \log_{10} \left(\frac{k}{3.71D} + \frac{2.5\nu}{D\sqrt{(2gDI)}} \right) \quad (1)$$

hvor:

v – er strømningens gennemsnitshastighed i strømtværsnit, m/s;

g – tyngdeaccelerationen, m/s²;

D – indvendig diameter af røret, m;

l – dimensionløst hydraulisk fald;

k – ruhed af rørets indvendige vægoverflade, m;

ν – kinematisk viskositet af væsken, m²/s

Hvis man bruger formel (1) til at beregne gennemsnitshastigheden i delvist fyldte ledninger eller ledninger med ikke-rundt tværsnit, skal man erstatte indvendig diameter D med $4R_h$, hvor R_h er hydraulisk radius (forhold mellem strømningstværsnit A og vådperimeter X). I tabel 1 vises, hvordan størrelse $4R_h/D$ afhænger af rørets relative fyldning (h er vanddybde i røret).

Manning's formel

Ved rør med rundt og ikke-rundt tværsnit samt med fuld fyldning og delvis fyldning beregnes strømningshastighedens gennemsnit ved hjælp af følgende formel:

Relativ fyldning h/D	Hydrauliske radius afhængighed af diameter $4R_h/D$	Relativ fyldning h/D	Hydrauliske radius afhængighed af diameter $4R_h/D$
0.1	0.2500	0.6	1.1104
0.2	0.4824	0.7	1.1848
0.3	0.6836	0.8	1.2168
0.4	0.8568	0.9	1.1920
0.5	1.0000	1.0	1.0000

$$v = KR_h^{2/3} l^{1/2} \quad (2)$$

hvor:

K – er Manning-faktor, m^{1/3}/s;

R_h – hydraulisk radius, m;

l – dimensionløst hydraulisk fald

Tryktab

Rørets ruhed (k) eller Mannings strømningfaktor (K) bestemmer friktionstryktabet, der afhænger af rørmateriale, ujævnheder i rørsamlinger samt af sediment under vandoverfladen. Der opstår desuden tryktab i grenrør, ved ændring af rørtværsnit, i brønde, i muffer og i andre samlinger. For direkte beregninger kan man benytte følgende formel:

$$h_L = \frac{k_L v^2}{2g} \quad (3)$$

hvor:

h_L – er punkttryktab, m;

k_L – dimensionløs punktmodstandsfaktor;

v – gennemsnitshastighed, m/s;

g – tyngdeaccelerationen, m/s²;

Heltrykstab

Til beregninger af heltrykstab anbefales følgende metoder [1]:

- tilføje punkttrykstab til friktionstrykstab, der forårsages af strømmingen;
- ved beregning af friktionstrykstab tager man hensyn til tilføjelse af punkttrykstab til heltryktabet. Der er forudsat større hydraulisk ruhed i røret.

Når man anvender vejledende hydraulisk ruhedsfaktor ved beregninger af samlinger, må man finde ud af, om punkttryktabets indvirkning allerede er føjet til ruhestørrelse eller ej. I praksis anvendes mest rørets indvendige vægoverflades ruhedsfaktor k , der har værdier mellem 0.03 til 3.0 mm ja Manning's k , der har værdier mellem 70 til 90 $m^{1/3} s^{-1}$.

Omtrentlig sammenligning af beregningsmæssige hastighedsvurderinger med formler (1) og (2) som grundlag, kan udføres ved hjælp af følgende formel:

$$K = 4 \sqrt{g \left(\frac{32}{D} \right)^{1/6} \log_{10} \left(\frac{3.7D}{k} \right)} \quad (4)$$

hvor:

K – er Manning's faktor, $m^{1/3}/s$;

g – tyngdeaccelerationen, m/s^2 ;

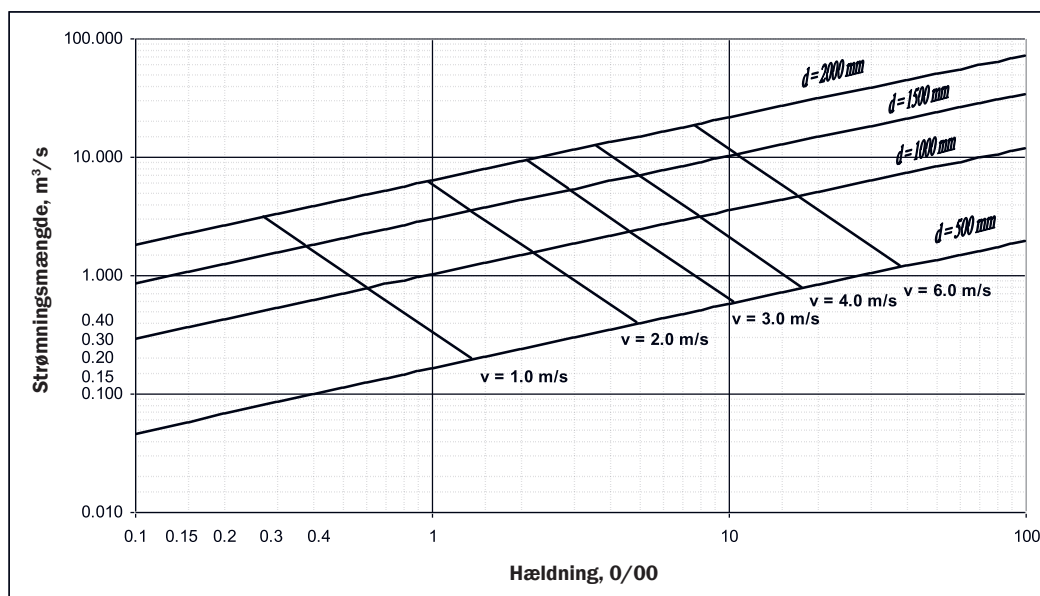
D – indvendig diameter af røret, m;

k – ruhed af rørets indvendige vægoverflade, m.

Valg af rørets diameter afhænger af rørets hældning, strømningsmængde og strømmingens gennemsnitshastighed. Nomogrammet i figur 1 kan anvendes i valget. Det er udarbejdet ved hjælp af Colebrook-White formel (1), med betingelserne...:

- at der er helt fyldt strømning i ledninger
- at vandets viskositet er $\nu = 1.03 \cdot 10^{-6} m^2/s$
- at rørvæggens ruhed er $k = 0.007 \cdot 10^{-3} m$

Ved delvis fyldning anvendes $4Rh$ i stedet for rørets indvendige diameter D i formel (1). Ved anvendelse af Manning's formel strømningsfaktor $K = 1/n$, hvor n er Manning's ruhedsfaktor, der afhænger af rørets fyldning. Der er en mere detaljeret analyse omkring anvendelsen af den hydrauliske beregningsformel i håndbøger [2, 3, 4].



Figur 1 Nomogram

3.2 Statistiske beregninger af rør ved jordlagt installation

En væsentlig fordel ved Krah rør er deres anvendelighed i forhold til skiftende krav i forskellige projekter. I henhold til forskellige normkrav og standarder skal rør projekteres ifølge den nominale ringstivhedsklasse (SN), som SN2 (kun for rør DN > 500), SN4, SN8 eller SN 16 (ifølge standard ISO9969) eller ifølge andre stivhedsstandarder (DIN16961, ASTM F894, NBR 7373 osv), uanset testmetoden (kontinuerlig hastighed eller kontinuerlig belastning).

Det er desuden, ifølge standard EN 13476-3 paragraf 9.1, tilladt for en producent at fremstille rør DN/ID > 500 inden for rammen af de ovenfor nævnte SN-klasser. For at gøre brug af denne mulighed, skal en producent kunne bevise og underbygge sin løsning med statistiske beregninger.

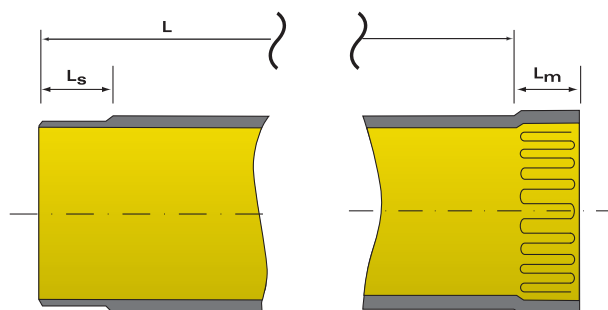
Krah rør kan tilbyde rør til ethvert projekt med lige præcis den stivhed, som et specifikt projekt kræver.

Når det gælder specifikationer i hvert enkelt projekt, er de statistiske beregninger af Krah rør en fordel. I hele 99% af projekter er de projekterede ledninger overdimensionerede. Ved hjælp af beregninger er det muligt at bevise, at rør med mindre stivhed, men den rette profil samt rør med korrekt ekstrakoefficient egentlig er tilstrækkelige, billigere og hurtigere kan installeres. **Hertil kommer rørens egentlige kvaliteter, der først og fremmest hænger sammen med vægtykkelse, råmaterialets kvalitet og en sikker samlings-teknologi. Det handler med andre ord ikke kun om stivhed.**

3.3 Muffer

Krah leverer, udover rør med forskellig diameter og stivhed, også fittings, inspektionsbrønde samt andre komponenter til fremstilling af homogene, bestandige rørsystemer. For det meste fremstilles fittings af WV-

eller SQ-rørtyper. Fittings fremstilles generelt ifølge stivhedskrav, og der tages hensyn til en svejsefaktor. Al fittings passer sammen med alle rørtyper, og de kan tilsluttes ved hjælp af flere forskellige samlingsmetoder.



Mål på samtlige rør modsvarer krav i standarden EN 14376. For eksempel når det gælder minimale længder og stivheder. Standardlængde (Lm) for muffer er 140 mm og standardlængde (Ls) for spidsende af rør er 140 mm.

3.4 Grenrør

Grenrør fremstilles til alle rørtyper. Grenvinklens rækkevidde er mellem 15° og 90° grader, sammen med spidser og respektiv segmentlængde.

3.5 Bøjninger

Bøjninger fremstilles og segmenteres i forskellige vinkler. Rørradius og -diameter kan vælges uafhængigt fra hinanden.

α	Segment antal
15°	2
30°	2
45°	3
60°	3
75°	4
90°	4

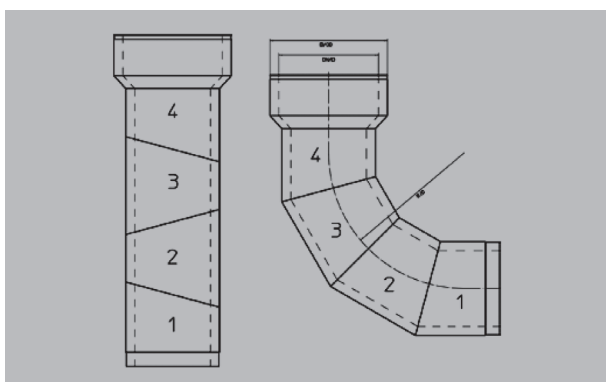
Antallet af segmenter

I tabellen angives vinkler af standardbøjninger ifølge standarden DIN 16961. Andre løsninger efter aftale med kunden.

3.6 Reduktioner



Reduktioner fås både koncentriske og excentriske. Det sikrer, at reduktionen modsvarer specifikationer. På standard reduktioner er maksimal diameterforskel 200 mm, men reduktioner med større diameterforskel kan bestilles.



Opdeling af rørsegmenter for udformning af en 90° bøjning.

3.7. Brønde

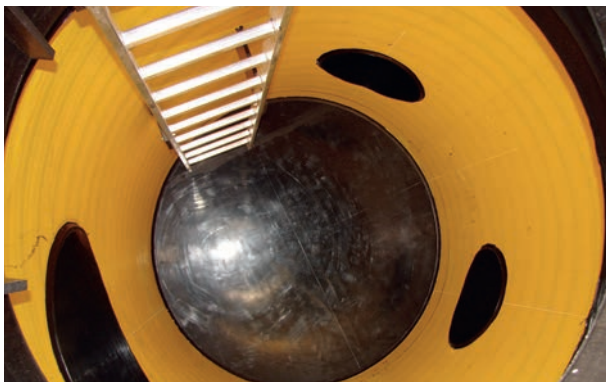
Krah Pipes fremstiller brønde i henhold til de betingelser, konstruktøren har angivet. Brøndene fremstilles af PE, og de modsvarer alle internationale normkrav og standarder. Det materiale, der anvendes, er miljøvenligt og bestandigt, hvorfor de passer godt til fremstilling af ledninger, brønde og beholdere. I Krah's produktsortiment er der en bred vifte af brønde til vand- og afløbsledninger. Der kan lægges både støbejern- eller plastdæksel på brønden. Samlingerne mellem brønd og dæksel kan være stive eller en fleksibel samling med teleskoprør. Vores støbejernssortiment indeholder dæksler og riste samt runde og firkantede løsninger.

Brøndens diameter afhænger af dens funktion. Det afgørende er diametre af samlingspidser samt disses placering i forhold til hinanden. Der skal også tages højde for størrelsen af det udstyr, der bruges til at spule eller rense afløbsledninger med. For at lave inspektionen lettere, er Krah brønde med gul indvendig overflade.



Diametre på de hyppigst anvendte brønde, brønddel/teleskopdel:

- OD200/OD160 mm
- OD400/OD315 mm
- OD560/OD500 mm
- ID800/OD500 mm
- ID1000/OD630 mm



Inspektionsbrønd for regnvand DN/ID1600

For ledninger fra DN/ID 800 mm anbefaler vi, hvor det er muligt (gennemløbsbrønde med retningsændring) at anvende mere økonomiske sadelbrønde.



Sadelbrønd OD560mm, til rør ID1000mm

Almindelige anvendelsesområder for brønde

Regnvands- og drænbrønde

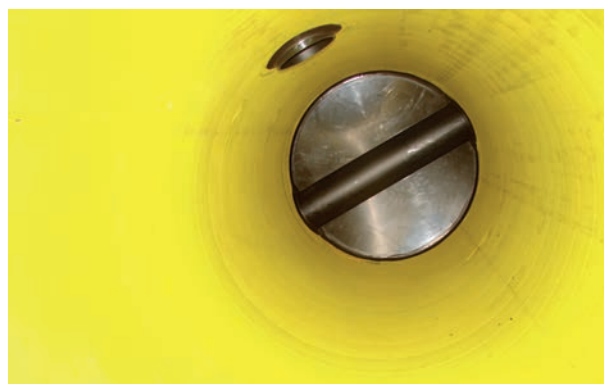
Brønde til regnvand, der for det meste fremstilles med en glat bund og almindeligvis i diameter på 200-1000 mm. Der fremstilles også ristebønde, der almindeligvis benyttes til at føre vandet fra parkeringspladser ind i rørledninger.



Regnvandsinspektionsbrønd DN/ID1500

Afløbsbrønde

Anvendes til inspektion og vedligeholdelse af afløbsledninger. Brønde fremstilles med et bundløb, der sikrer en jævn gennemstrømning af afløbsvand. Vi anbefaler en størrelse på bundløbet, der er 1/3-1/2 af hovedledningens diameter. Det betyder, at mindst en tredjedel af rørets diameter udgøres af et bundløb, og det sikrer en bedre strømning af afløbsvand.



Inspektionsbrønd for afløb DN/ID800

OBS! Undgå om muligt at anvende rette vinkler i bundløbet. Vi anbefaler desuden, at der anvendes en brønd med passende diameter, så kunden undgår en retvinklet bøjning. Det giver mulighed for at installere bundløbet med lille vinkel eller fald.



Bøjning i brønd ID800



Regnvandsbrønde

Spjældbrønde

For åbning og tilslutning af sektioner i vandforsynings- og afløbsledninger. Spjældbrønde giver mulighed for at vedligeholde ledninger året rundt.

Ventilationsbrønde

Anvendes ved stor højdeforskel i vandforsynings- og afløbsledninger, så luft opstået i ledningerne kan afledes.

Vandmålerbrønd

Bruges til beregning af væskemængden, der løber igennem vand- og afløbsledninger.

Prøvetagningsbrønd

Ved hjælp af prøvetagningsbrønd kontrollerer man kvaliteten af løbende væsker i afløbsledninger.

Brønd til strømreduktion

Anvendes til at reducere strømningshastigheden i regnvands- og afløbsledninger.



Saddelbrønd



Regnvandsbrønde med el-svejsede samlinger.

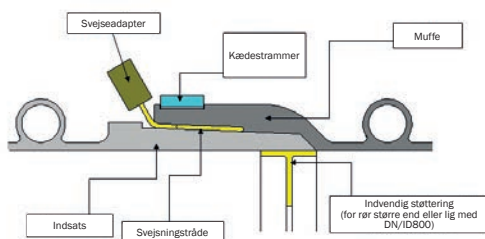
4. Samlingsmetoder af KRAH rør

4.1 Tilslutning af rør og samling ved hjælp af integreret elsvejsning.

I det optimale rørsystem afhænger driftssikkerheden af det svageste komponents driftssikkerhed. De svageste komponenter i ethvert rørsystem er samlinger. Det er derfor vigtigt, at man vælger den passende og den mest sikre rørsamlingsmetode.

Det er de senere år blevet udbredt at bruge elsvejsning ved samling af rør og fittings med en lille diameter. Denne samlingsmetode giver mange fordele, bl.a. fordi den er enkel og driftssikker.

Idag har Krah, i følge standarden DVS 2207-1, udarbejdet svejsemetoder for rør med stor diameter og den allerede tilgængelige svejsningsteknologi for rør med lille diameter. Svejsetråd er tilføjet til rørets muffe. Efter at have samlet muffeende på et rør med spidsende på et andet rør, opvarmes svejsetråd med et særligt svejseapparat og rørene svejses sammen. Denne samlingsmetode tager meget kort tid. Med et svejseapparat kan man for eksempel i 8 timer svejse en 72 m lang rørledning med en diameter på 1200 mm. Hastigheden af rørlægningen afhænger nu kun af gravningsarbejdets hastighed.



Vejledning i samling af KRAH rør med integreret elsvejsning

1. Energikilde: Generators ydelse skal være minimum 15 kVA. Vær sikker på, at der er stabile strømparametre.
2. Svejsningen kan kun gennemføres af dertil bemyndigede personer.
3. Svejsningsområder skal være beskyttet mod snavs, fugtighed og direkte solskin.
4. Når udetemperaturen er mindre end +5°C, skal man benytte hjælpemidler, for eksempel telte og blæsere.
5. Undersøg muffefittings og rørspids for at udelukke skader, der kan forekomme under transport.
6. Fjern først beskyttelsesfolie, men kun når du efterfølgende er klar til at rense og svejse rørene.
7. Placer røret, så svejsningstråde vil være let tilgængelige.
8. Muffen og rørspiden skal renses med PE-rengøringsmiddel og papir, der er fnugfrit og ikke-farvet.
9. Markér den del af en rørspids, der skal ind i muffen, med vandfast tusch (mindst 120 mm).
10. Tilslut rørene og kontroller at rørspiden er skubbet helt i bund i muffen. Det giver en sikkerhed for at der ikke er fugt mellem muffen og rørspiden.
11. Til større rør end DN/ID 800 skal man også installere en indvendig støttering til rørspiden (20 mm fra rørspiden).
12. Efter disse forberedelser, starter svejsningsprocessen.
13. Placer kædestrammer i speciel rille ved muffeenden. Kædestrammeren skal placeres på mindst 25 cm afstand fra svejsetråd.
14. Stram kæden til drejningsmoment som angivet i tabellen nedenfor.
15. Korte ledninger sikrer muffens og rørspidens ubevægelighed.
16. Tilslut svejseapparatet ved hjælp af adapteren til



punkter 13 og 14

svejsetråden. Ved behov bøj og skær svejsetrådens spidser, så adapteren er så tæt ved muffen som muligt. Se til, at svejsetråde ikke er i forbindelse med hinanden (mulig kortslutning).

17. Indtast svejseparametre (læs stregkoden med respektive udstyr eller indtast manuelt). Påbegynd svejseprocessen.
18. I begyndelsen af svejsningstidens sidste tredjedel, skal kæden strammes igen. Det nødvendige drejningsmoment angives i tabellen nedenfor.



punkt 14

19. Efter endt svejsning afmærkes svejsested med vandfast tusch (svejsenummer, dato, svejse-spænding, tid og svejseres navn.)
20. Fjern adapteren fra svejsetråder.
21. Under afkøling må røret ikke flyttes.
22. Fjern kædesstrammer og indvendig støttering efter afkølingstiden (omkring 35 – 45 minutter).
23. Kontrol og prøvning af samlinger i dræn- og afløbsledninger reguleres efter standarden EN 1610:200.



punkt 16

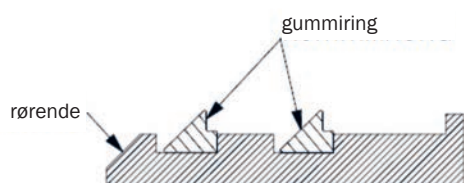
DN/ID (mm)	Spænding (V)	Tid (sek.)	Antallet af svejseapparater	Drejningsmoment ved svejsnings begyndelse	Overstramningens drejningsmoment efter 2/3 svejsetid
500	20	900	1	50 Nm	60 Nm
600	24	1020	1	50 Nm	60 Nm
800	33	1020	1	55 Nm	65 Nm
1000	40	1080	1	55 Nm	70 Nm
1200	43	1260	1	60 Nm	70 Nm
1400	28	1020	2	60 Nm	70 Nm
1500	32	1020	2	65 Nm	75 Nm
1600	32	1080	2	65 Nm	78 Nm
1800	40	880	2	75 Nm	90 Nm
2000	39	1200	2	80 Nm	90 Nm
2200	41	1260	2	85 Nm	95 Nm

Svejemåde parametre for KRAH rør ved manuel indtastning og drejningsmoment af kædestrammer.

For at få parametre for større diametre, kontakt os.

4.2. Tilslutning af KRAH rør ved hjælp af gummiringe

- To gummiringe per samling
- Monter gummiringe som vist i figuren nedenfor



- For at gøre installeringen nemmere, er det en god ide, at et af rørene er delvist genopfyldt. Det sikrer, at der er den nødvendige støtte til rørsamlingen, og det hjælper til at undvige bølger i ledningen.
- Marker den del af rørende som skal ind i muffen, med vandfast tusch (mindst 125 mm).
- Muffen og rørende skal smøres GODT ind i glidemiddel.
- Rørende og muffe skal holdes rene, både under smøringen og under rørtilslutningen.
- Skub rørenden ind i muffen indtil afmærket linje på rørenden.
- Der er brug for mekanisk hjælp, når røret skubbes ind. Hvis flere rør skubbes ind, skal man benytte passende presfordeling (for eksempel træplade). På den måde undgår man at beskadige muffen.
- Undgå at trække rørender.
- Krah rør med gummiringssamling er egnet til brug i rette ledningslinjer. Er der hældninger/bøjninger i projektet, skal man anvende bøjninger.



Gummiringe



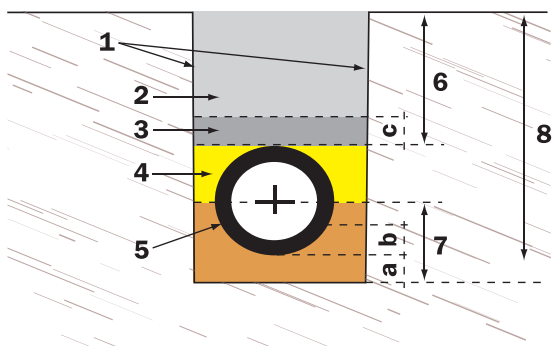
Afmærkning



Fordybning på røret til gummiring

5. Lægning af KRAH rør

5.1 Udgravning



1. Gravvægge
2. Ny tilfyldning
3. Opgravet jord til genopfyldning
4. Omkringfyldning
5. Bund
6. Dybden af omkringfyldning
7. Udjævningslagets dybde
8. Gravens dybde

a – nedre udjævningslagets tykkelse

b – øvre udjævningslagets tykkelse

c – genopfyldnings tykkelse

$b = k \times OD$ (se i afsnit "fyldning og støtte")

hvor:

k – enhedsløs faktor, forhold mellem øvre udjævningslagets tykkelse og OD

OD – rørets udvendige diameter i mm

Bemærkning 1

A og c minimumværdier se i afsnit "fyldning og støtte"

Bemærkning 2

I nogle nationale standarder erstatter $k \times OD$ fastsættelsen af udjævningslagets vinkel. Udjævningslagets vinkel er ikke den samme som den, der anvendes i bygningskonstruktioners reaktionsvinkel. Grave skal være konstruerede og opgravede på en måde, der til-

sikrer en sikker og korrekt lægning af ledninger. Hvis der kræves en udvendig byggeteknisk adgang til konstruktioner, der ligger underjords, eksempelvis brønde, skal der sikres mindst 0,5 m bred beskyttet arbejdszone.

Hvis man lægger to eller flere rør i en grav eller jordkasse, skal man tage hensyn til den minimale lodrette arbejdszone mellem ledninger. Hvor ikke andet er angivet, skal den være: Ved rør til og med DN700 0,35 m, og ved rør større end DN700 0,5 m.



Lægning af Krah DN/ID1000 rør på byggeplads.

5.1.1.1. Gravbredde

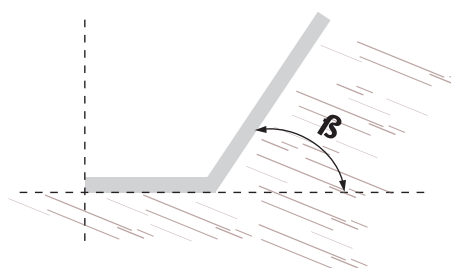
Den maksimale gravbredde kan ikke overstige den bredde, der er fastlagt som bygningsprojektets maksimale bredde. Hvis det ikke er muligt, bør man henvende sig til byggelederen.

DN	Minimal gravbredde (OD+x) m		
	Støttet grav	Ustøttet grav	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD + 0.40	OD + 0.40	
> 225 til ≤ 350	OD + 0.50	OD + 0.50	OD + 0.40
> 350 til ≤ 700	OD + 0.70	OD + 0.70	OD + 0.40
> 700 til ≤ 1200	OD + 0.85	OD + 0.85	OD + 0.40
> 1200	OD + 1.00	OD + 1.00	OD + 0.40

Tabel 1 - minimal gravbredde i henhold til nominalmål (DN)
I værdien OD+x, er $x/2$ lige med den minimale arbejdszonen mellem rør og grav eller rør og støtte, hvor: OD er udvendig diameter i meter og β markerer vægvinklen af den ustøttede udgravning, målt mod horisontal (se figur 2)

Udgravningens dybde m	Minimal gravbredde m
< 1.00	minimalbredde kræves ikke
$\geq 1.00 \leq 1.75$	0.80
$\geq 1.75 \leq 4.00$	0.90
> 4.00	1.00

Tabel 2 - minimal gravbredde i henhold til udgravningens dybde



Figur 2 - vægvinkel og ustøttet udgravning

5.1.1.2 Minimal gravbredde

Minimal gravbredde skal være større end værdierne i tabeller 1 og 2, undtaget det i afsnit 5.1.1.3 angivne fald.

5.1.1.3.

Som udgangspunkt er figur 1 og 2 den minimale gravbredde, der dog kan ændres under følgende omstændigheder:

- når personale aldrig behøver at gå ind i udgravningen
- når personale aldrig behøver at gå ind mellem rørledningen og væggen på udgravningen.
- i et begrænset antal uundgåelige omstændigheder.

I alle disse situationer er der brug for specifikke foranstaltninger i projektet og under byggearbejdet.

5.1.2. Vandafledning

Under lægningsarbejde skal gravene holdes vandfrie. Metoder til vandafledning må ikke beskadige fyldninger eller ledninger. Ved endt vandafledning skal alle midlertidige dræn lukkes rigtigt.

5.2 Fyldning og støtte

Materialer, udjævningslag, støtte og tilfyldningslags tykkelse skal modsvare kravene til konstruktionen. Tilfyldningsmateriale og dens struktur, når det gælder støtte, skal vælges ud fra:

- rørdimensioner;
- rørets materiale og rørvæggens tykkelse;
- tilfyldningsmaterialets egenskaber.

Udjævningslagets bredde skal være den samme som gravebredde, hvis ikke andet er angivet. Ledninger, der er lagt i gravekasser, skal som underlag have firedobbeltd OD, hvis ikke andet er angivet. Genopfyldningens minimums tykkelse c (se figur 1) skal udvide 150 mm over cylindre og 100 mm over samlinger. Al blød jord skal fjernes under gravbund på stedet og erstattes med passende udjævningsmateriale.

5.3 Genopfyldning

Omkringfyldning og genopfyldning kan påbegyndes, når rørsamlinger og udjævningslag tåler belastningen. Genopfyldning, blandt andet tilfyldning af opgravet jord og ny tilfyldning, fjernelsen af udgravningens støttevægge og komprimeringen, skal udføres, så det sikres, at belastningsevnen modsvarer kravene til konstruktionen. Fyldningen skal placeres, så den forebygger indsynkningen af fyldningsmateriale eller en blanding med eksisterende jordlag.

I visse tilfælde, specielt ved grundvand, kan det være nødvendigt at anvende geotekstil eller filt for at holde rørfyldningen på pladsen. Der skal træffes passende sikkerhedsforanstaltninger på steder, hvor grundvandsstrømning kan føre fine partikler videre i terrænet eller sænke grundvandsniveauet. Hvor dele af ledninger kræver forankring, skal den gennemføres før opfyldning.

5.4 Komprimering

Ved lægning af Krah rør skal omkring- og udjævningsfyldning være komprimeret op til mindst proctor 90. Ved anmodning skal genopfyldning, der ligger umiddelbart ovenpå røret, komprimeres manuelt. Ny tilfyldning, der ligger umiddelbart ovenpå røret, kan først komprimeres mekanisk, når fyldningens totaldybde ovenpå røret er mindst 300 mm. Fyldningens totaldybde ovenpå røret før mekanisk komprimering,

afhænger af komprimeringsudstyrets type. Ved valg af komprimeringsudstyr, antallet af komprimeringsomgange og komprimerede lagets tykkelse, skal man tage hensyn til materialet, man komprimerer og røret man lægger.

5.5 Hermetisk kontrol

Ifølge kravene skal man kontrollere rørsystemernes tæthed. Der er flere muligheder for at udføre tæthedsprøvninger. For det første kan man prøve en sektion ad gangen eller prøve en hel rørsektion (sektion mellem to inspektionsbrønde). Derefter pumpes vand under et vist tryk ind i slukket sektion. For at identificere, om der siver noget igennem i denne sektion, måles trykket efter en vis tid.

En anden måde er samlingsprøvning (ved rørdiameter over DN/ID 600 mm), hvor man kun kontrollerer kvaliteten af rørsamlinger, forudsat at røret selv er tæt. Man bruger specifikt udstyr for at gennemføre prøvning, men princippet og fremgangsmåden er det samme som ved den første procedure – bortset fra de situationer, hvor prøvningsområdet er en samling.

6. Renovering

Krah rør passer ideelt til erstatning af beskadigede rør. Rørenes stivhed beregnes i forhold til virkelige og reelle belastningsforhold. Krah tilbyder kompetente løsninger – også når det gælder renovering af korte rør. Svejsningsarbejder udføres inde i røret. Rørlængder varierer mellem 1 m og op til 6 m. Krah rør giver mulighed for at genoprette afløbsledningens gennemløbskapacitet, uden at man graver rørene ud. Ved længere grave kan man benytte op til 18 lange rør, der er samlet på forhånd. DN 800 eller rør med større diameter kan indføres i eksisterende afløbsledning og samles ved hjælp af indvendig extrudersvejsning.

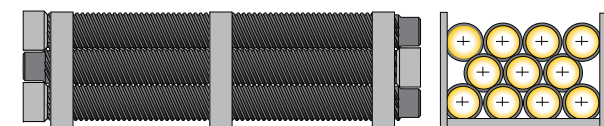
7. Transport

Transport af Krah rør er meget enkel, fordi rørene er lette.

I særligeMan skal tilsikre rørenes stabilitet under transporten og undgå at rørene bevæges.<I særlige tilfælde, når rør leveres i containere, skal deres længde tilpasses transportforhold med henblik på en mere effektiv udnyttelse af rummet.

8. Opbevaring

Opbevaring af rør og rørsamlinger skal ske på fladt underlag. For at undgå punktblastning, skal sten og skarpe genstande fjernes. Når rørene overlejres, skal man sikre, at rørmufferne peger i hver sin retning. Det betyder, at rør i hvert lag skal ligge i 180 grader vinkel i forhold til andre - rørende og muffe ligger imod hinanden. Muffesamlingen skal ikke være i kontakt med muffesamlingen i andre lag.



Eksempel på opbevaring af Krah rør

9. Kvalitetskontrol

Generelt kvalitetstyringsystem

Rørenes kvalitet er et af hovedkriterierne i Krah AG's produktion – og hos andre, der anvender Krah teknologi og udviklingsprogram.

Internationale krav er meget forskellige og ofte betinget af forskellige normer og standarder.

Der er flere forskellige måder at sikre kvaliteten på – her er flere prøvningsprocedurer.

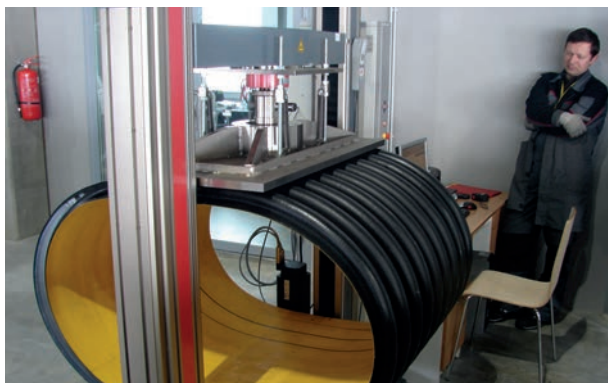
Hele fremstillingsprocessen er en del af det generelle kvalitetstyringsystem. Det omfatter to hovedkomponenter. Det første er indvendig kvalitetskontrol, det andet er udvendig (tredje parts) kvalitetskontrol. Indvendig kvalitetskontrol omfatter tre etaper:

1. Kontrol før produktion

På råmateriale og andre indkommende materialer laves varmebestandighedsprøve samt kontrolleres fugtighedsindhold og lugt. Alle nye leverancer skal kontrolleres før lagring. Alle kontroller skal dokumenteres, analyseres og gemmes.

2. Kontrol under produktion

Under produktioner kontrolleres og dokumenteres individuelle produktionsetaper. Alle de vigtigste mål bliver kontrolleret og, når nødvendigt, korrigeret.



Kontrol af ringstivhed

3. Kontrol efter produktion

Efter produktionen skal det færdige produkt kontrolleres i forhold til kundens krav. Resultaterne føres til protokol, og der udarbejdes den nødvendige dokumentation. For at sikre korrelationen mellem teoretiske statistiske værdier og virkelige værdier, gennemføres produktionskontrol kontinuerligt. Respektive værdier kontrolleres i henhold til standarderne DIN 16961 eller ISO 9969 (angående ringstivhed).



Måling af rørets godstykkelse

Sikring af kvaliteten kræver et omfattende kendskab. Derfor har Krah udarbejdet en kvalitetshåndbog, hvor alle vigtige prøvningsprocedurer og det nødvendige udstyr beskrives. Krah kvalitetshåndbog er tilgængelig for alle virksomheder, der anvender Krah udstyr. Kunder kan med fordel læse denne håndbog, når de ønsker indsigt i og overblik over kvalitetskontrollen.

Markering

Rørmarkering er forskellig afhængig af, hvilken standard man bruger. Rørene skal som minimum være markeret efter hver anden meter, og der skal minimum være én markering pr. rør.

Markering skal omfatte følgende:

1. Standardnummer (f.eks EN13476)
2. Nominaldiameter (f.eks DN/ID 1000)
3. Producentnavn (f.eks Krah Pipes)
4. Ringstivhedsklasse
(f.eks. SN8 ifølge standarden EN13476)
5. Ringfleksibilitet
(f.eks. RF30 ifølge standarden EN13476)
6. Rørmateriale (f.eks PEHD)



Markering

Kvalitetscertificeringer

Generelt kontrolleres hele produktionsprocessen af tredje part. Kvalitetskontrol er betydeligt strengere end ISO 9000 certificeringskrav, da man kontrollerer slutproduktet.

På grundlag af kvalitetskontrollen udgives et kvalitetscertifikat til hvert rørparti.

De nyeste certifikater, der er blevet udgivet til Krah rør, er altid tilgængelige på vores hjemmeside www.krah-pipes.ee ved underpunktet "Certificates"

DIN 16961-2:2010-03

Bilag B (informativ) Vurderingsmetoder for rørenes belastningsevne.

B.1 Generelt

Det mest populære anvendelsesområde for korrugerede rør er underjords rørsystemer.

Før rørlægning kræves bevis for rørenes belastningsevner. Bevis kan forelægges i form af strukturelle konstruktionsberegninger eller i form af beregningsskemaer eller -tabeller, der er baseret på praktiske erfaringer og sammenligningsberegninger.

Når det gælder termoplast (som f.eks. PE) rørkonstruktioner, skal der normalt ikke gennemføres analyser eller beregninger, der er baseret på strukturelt konstruktionsregnskab.

Ved kritiske omstændigheder anbefales en grundig kontrol af interne oplysninger og observationer baseret på jordanalyser og rørlægningsarbejder. Ved normale forhold (se tabel B.1) kan rørets evner underjords forudsiges på grundlag af praktiske erfaringer.

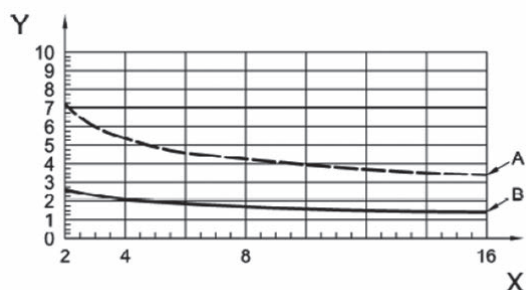
B.2. Praktisk erfaring baseret på strukturel bygning

På baggrund af årtiers erfaring, under forudsætning af, at rørene modsvarer minimumkrav i denne standard, og at de er blevet ordentligt jordlagt, kan de fleste byggearbejder, der omfatter rør, udføres uden komplicerede strukturelle konstruktionsberegninger (se CEN/TS 15223, DIN EN 13476-1). De grænseværdier, der er præciseret i tabellen B.1, skal man overholde af hensyn til lægningsforhold og lægningskvalitet.

Europæisk undersøgelse ([Design of buried thermoplastic pipes. Results of European research project by APME and TEPPFA, March 1999F] og omfattende undersøgelse om røraftøjning i eksisterende europæiske ledninger ([Wim Elzink, Wavin M&T and Jan Molin, VBB VIAK, Sweden. The actual performance of buried plastic pipes in Europe over 25 years.

Plastic Pipes VIII, Eindhoven, NLF] har undersøgt gen-nembøjningstemaet omkring underjords rør. I sidste undersøgelse blev den virkelig afbøjning målt flere gange over en 25-årig tidsperiode. Som resultat af de to undersøgelser har man fået empiriske værdier, der er vist i figur B 1.

Denne illustrerer underjordrørs maksimale langvarige afbøjning som følge af jordlægningskvalitet og rørets ringstivhed.



Symboler

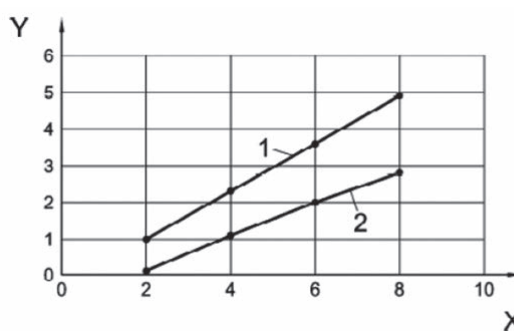
X – Ringstivhed SN, kN/m²
 Y – grundvandets niveau ovenfor omvendt hvælving, m
 A – Komprimering "god"
 B – Komprimering "gennemsnitlig"

Figur B.1 – rørenes langvarige afbøjning. Maksimale værdier:

Rørets eller muffens ringstivhed kan ikke direkte konverteres fra SR24 værdi til SN værdi. Forskellige faktorer – fleksibilitetsmodul af det respektive materiale, nominaldimension af røret, forskellige kontrolmetoder for ringstivhed og forskellig testperiode – gør det nødvendigt at fastlægge ringstivhed med hjælp af individuelle test. Virkeligheden har vist, at disse faktorer ikke har nogen målbar påvirkning på den virkelige afbøjning af allerede jordlagte rør. De ringstivhedsværdier < SN 4 (SR24), der er vist i diagrammet, opstår først og fremmest ved store rør.

Symboler

X – Ringstivhed SN, kN/m²
 Y – grundvandets niveau ovenfor omvendt hvælving, m
 A – Komprimering "god"
 B – Komprimering "gennemsnitlig"



Figur B.2 – maksimalt tilladt grundvandniveau ovenfor omvendt hvælving (GW) ifølge ATV-DVWK-A 127 (DWA-A 127 Handlingsvejledninger)

Bemærkning 1: I figur B.2 er der angivet et PE base-ret forhold mellem SN og SR24, der har vejledende betydning. Ved beregning af kurven forudsattes, at lægningsdybden var 6 m og lægningskvaliteten god (se tabel B.1). Højere grundvandsniveauer er tilladt, når rør lægges i mindre end 6 m dybde.

Bemærkning 2: "God" og "Gennemsnitlig" kompri-mering, ifølge Proctor´s densitetgrad 95% og 90%, anvendes ved alle terræntyper, hvor rør skal lægges (bl.a. naturligt terræn). Beregnes kun ATV-DVWK-A 127 I lægningstilfælde forudsættes 1. og 2. grup-pers blandingsterræn ifølge ATV-DVWK-A 127 (DIN 18196). Ifølge CEN/TS 15223 er jordlagte rørlednin-ger med stivhedsklasse SN 4 eller SR 24 tilstrække-ligt bestandige mod udvendigt vandtryk. ATVDVWK-A 127 (DWA-A 127) [ATV-DVWK-A 127 (DWA-A 128), Statische Berechnungen von Abwasserkanälen und -leitungen (Structural design of drains and sewers)] Strengere krav om udvendig vandtryk kan kontrolleres i figur B.2 som følge af rørets ringstivhed.

Tabel B. 1- betingelser B.1 Grafik baseret på.

Rørsystem	Underjords rørsystemer, der modsvarer kravene i DIN 1696 afsnit 1 og 2
Dybde	0,8 –6,0 m
Trafikbelastning	indregnet
Gravbredde	Ifølge normer i DIN EN 1610
Grundvand	se figur B.2 og bemærkninger
Lægningskvalitet	Ifølge normer i DIN EN 1610
	Komprimering "god" Tyndt udjævningsmateriale skal lægges i udgravningen og komprimeres, hvorefter udgravningen påfyldes et 30 cm lag af omkringfyldningsmateriale. Hvert lag komprimeres ordentligt. Røret skal dækkes med mindst 15 cm tykke lag. Derefter fyldes udgravningen med (et hvilket som helst) omkringfyldningsmateriale og komprimeres. Fyldningsmaterialets Proctor densitet $\geq 95\%$.
	Komprimering "gennemsnit" Tyndt udjævningsmateriale skal lægges i udgravningens bund i op til 30 cm tykke lag. Hvert lag komprimeres ordentligt. Røret skal dækkes med et lag, der er minimum 15 cm tykt. Derefter fyldes udgravningen med (et hvilket som helst) omkringfyldningsmateriale og komprimeres. Fyldningsmaterialets Proctor densitet $\geq 90\%$.
Gravstøtterne	Gravstøtterne fjernes før komprimeringen, der anbefaler DIN EN 1610. Rørens beviste fleksibilitet er så stor, at de ikke brækker, selvom man udsætter dem for uforudsigelige tyngder eller ikke lægger dem korrekt. Afvinkling op til 15% har ingen utilsigtet virkning på en optimal funktion i rørsystemet (dvs. bestandigheden, de hydrauliske egenskaber og sivebestandigheden).

B.3 Strukturel bygning baseret på konstruktionsberegninger

Hvis de strukturelle konstruktionsberegninger viser sig nødvendige (for eksempel ved tilfælde, hvor lægningssomstændighederne afviger fra de i tabel B 1 angivne omstændigheder), skal man anvende den metode, der er præciseret i DIN EN 1295-1. I Tyskland anvender man for det meste metoden ATV-DVWK A-127 (DWA-A 127). Vejledende afbøjningsværdier findes i dokumentet CEN/TS 15223.

B.4 Metodernes kompatibilitet med store rør

Krav i dokumenterne CEN/TS 15223 og DIN EN 13476-1 omfatter rør, der ikke har større diameter end 1200 mm. Samspillet mellem rør og dets omkringfyldning er stort set det samme og afhænger ikke af rørdiameter. Årsagen til dette er fyldningsmaterialets overvægt. Beregninger ifølge ATV-DVWK-A 127 (DWA-A 127) viser, at rørdiameter næppe påvirker spændings- og afbøjningsanalyser. Dette bekræfter figur B.1. Hovedfaktoren er en udmærket omkringfyldnings- og lægningskvalitet, som er anbefalet ved store rør.

krah-pipes.ee

KRAH
PIPES

Gaasi tee 11 / 75306 Rae vald / Harjumaa / Estland /
Tel: +372 684 1050 / Fax: +372 684 1051 /
info@krah-pipes.ee / www.krah-pipes.ee