

Tehniline juhend

Krah sademevee- ja
kanalisatsioonitorude süsteem



European Union
Regional Development Fund



Investing in your future

Sisukord

KRAH struktureeritud torud	4
1. Tehnilised parameetrid	
1.1. Torude erikaal	6
1.2. Paindumus	6
1.3. Kulumiskindlus	6
1.4. Löögitaluvus	6
1.5. Hüdraulilised omadused	7
1.6. Vastupidavus ultraviolettkiirgusele	7
2. Profiilid	
2.1. Profiil ja ringjäikus	8
2.2. Kraha torude profiilitüübid	8
3. Projekteerimine	
3.1. Hüdrauliliste parameetrite arvutamine	10
3.2. Torude staatilised arvutused maa-alusel paigaldamisel	12
3.3. Toruliitmikud	12
3.4. Hargmikud	12
3.5. Poognad	12
3.6. Üleminekud	13
3.7. Kontrollkaevud	13
4. KRAH torude ühendusmeetodid	
4.1. Torude ja armatuuri ühendamine integreeritud elektrikeevisühenduse abil	16
4.2. Kraha torude ühendamine kummitihendite abil	18
5. KRAH torude paigaldus	
5.1. Kaevik	19
5.1.1 Kaeviku laius	20
5.1.2 Vee eemaldamine	20
5.2. Täide ja toetus	21
5.3. Tagasitaitmine	21
5.4. Tihendamine	21
5.5. Hermeetilisuse kontroll	21
6. Ennistamine	22
7. Transport	22
8. Ladustamine	22
9. Kvaliteedi kontroll	23
DIN 16961-2:2010-03	24

KRAH

Struktureeritud torud

Materjal

Polüeteen ja Polüpropeen on termoplastid, mis sobivad suurepäraselt vee- ja kanalisatsioonitorustike ning vedelike ja tahkete ainete mahutite tootmiseks. Keskkonnasõbralikud Polüeteen ja Polüpropeen on vastupidavad enamike kemikaalide suhtes ning sobivad seetõttu eeltoodud eesmärkide täitmiseks.

Krah torusid valmistatakse järgmistest termoplastidest:

- Polüeteen (PE80 ja PE100)
- Polüpropeen (PP-R; PP-H; PP-S)

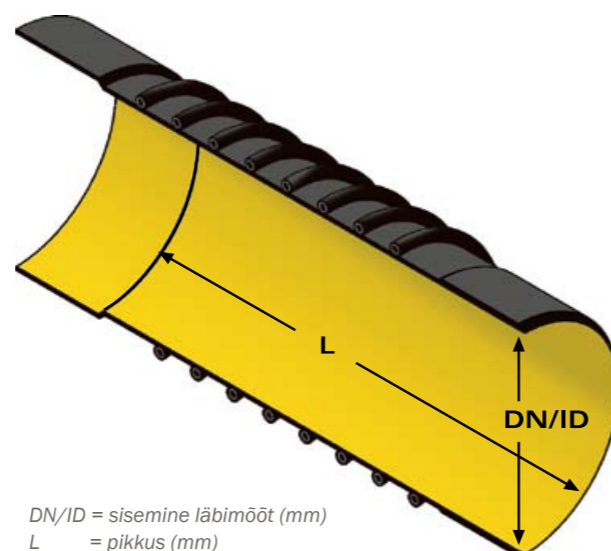
Nende materjalide omadused on esitatud allolevas tabelis. Muid materjale on lubatud kasutada tootja ja kolmanda osapoole kvaliteedikontrolliosakonna nõusolekul. Vaatamata võimalikule nõusolekule osapoolte vahel on tootmises lubatud kasutada siiski ainult alltoodud omadustega materjale. Vastavalt hiljutistele uuringutele on lubatud kasutada ka suure jäikusega Polüpropeeni. Lisateavet saate meie poole pöördudes ning samuti materjalide andmekaartidelt.

Tüüpilised materjali spetsifikatsioonid						
Omadus		Standard	Ühik	PE 80	PE 100	PP-R
Tihedus		DIN 53479 ISO 1183	g/cm ³	0.95	0.96	0.91
Sulaindeks MFR 190/5 MFR 190/21.6 MFR 230/5	Kood T Kood V Kood V	ISO 1133	g/10 min	ca. 0.43 ca. 10 -	0.45 6,6 -	0.50 - 1.25-1.5
Tõmbeelastsusmoodulid Lühiajalised Pikaajalised (50 aastat)		ISO 178	N/mm ²	1.000 170	1200 170	750 160
Voolamispinge		DIN 53495	N/mm ²			
Tõmbetugevus		DIN 53495	N/mm ²	32	38	15
Pikenemine purunemiseni		DIN 53495	%	> 600	> 600	> 50
Läbipaine		ISO 2039	N/mm ²	42	46	45
Lineaarne soojuspaisumistegur		DIN 53752	1/°C	1.8 x 10 ⁻⁴	1.8 x 10 ⁻⁴	1.6 x 10 ⁻⁴
Värvus		-	-	must/ kollane	must/ kollane	hall

Toru pikkus

Krah torude standardne pikkus (L) on 6 meetrit, sellise pikkusega torusid on lihtne käsitseda, hoiustada ja transportida.

Lisaks sellele on vahemikus 1 kuni 6 meetrit võimalik toota ükskõik millise pikkusega torusid. Mida



pikem toru, seda vähem on liitekohti ning seda lihtsam on torude paigaldamine.

Vajadusel on võimalik tarnida ka eelnevalt ühendatud torusid, mis vähendab oluliselt torude paigaldamise aega paigalduskohas. Levinud on kuni 18 meetri pikkuste toruseksioonide kasutamine.

Toru läbimõõt

Krah torusid toodetakse sisemõõduga alates DN/ID 500 mm kuni DN/ID 3000mm. Nominaalsed läbimõõdud (DN) langevad kokku

toru siseläbimõõduga (ID), kuna torude dimensioneerimisel saab seinapaksust suurendada või vähendada, samal ajal kui sisemine läbimõõt jääb alati samaks. See tagab torusüsteemi ettenähtud hüdrauilise mahu säilimise.

Seina paksused

Nii struktuurse kui ka monoliitse seinaga torusid on võimalik toota kuni 300 mm seinapaksusega.

Minimaalne seinapaksus vastavalt standardile EN 13476, tabel 5

Normaalne toru mõõt DN/ID (mm)	s1, PE toru (mm)	s1 PP toru (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

Torude kvaliteet sõltub suure osas toruseina kvaliteedist ja sealhulgas paksusest, seetõttu on kõikide Krah torude seinapaksus alati vähemalt 4 mm, hoolimata standardis nõutud minimaalsest seinapaksusest.

Struktuurne torusein

Struktuurne lahendus eeliseks on väga madal kaal, kuid samal ajal head tugevusnäitajad, mis teevad võimalikuks selle kasutamise suure koormusega rakenduste korral. Oluliselt väiksemate materjalikogustega on võimalik toota monoliitse seinaga torude staatiliste omadustega võrreldavaid torusid. See aga tähendab kokkuvõttes olulist materjalikulude vähendamist.

Iga profiili staatiline kandevõime määratakse vastavalt materjali elastsusmoodulile (N/mm²) ning profiili geomeetria inertsmomendile (mm⁴/mm). Saadud tulemust nimetatakse ringjäikuseks. Sama ringjäikuse korral on struktuurne seinaga torud, võrreldes monoliitse seinaga torudega, kuni 65% kergemad. Krah torud on

kindlaimad ja vastupidavamad kogu turul. Meie torusid on võimalik täpselt kohandada vastavalt konkreetse projekti nõudmistele.

Sisesurve

Krah torusüsteemid taluvad sõltuvalt seinapaksusest (s1) kuni 3 baarist töösurvet. Minimaalse seinapaksuse survetorude jaoks saab leida kasutades standardis DIN 8074 toodud ringpingevalemit.

Koekstrusioon

Üldjuhul tarnitakse kõik torud heleda kontrolli hõlbustava sisepinnakattega, erandjuhtudel näiteks kütusemahutite valmistamiseks, elektrit juhtiva sisepinnakattega.

Koekstrusiooni abil toodetak heleda sisepind hõlbustab võimalike kahjustuste tuvastamist, samas kui must välispind tagab pikaajalise UV-kaitse (mis näiteks võimaldab torusid kasutada ning hoiustada välitingimustes).

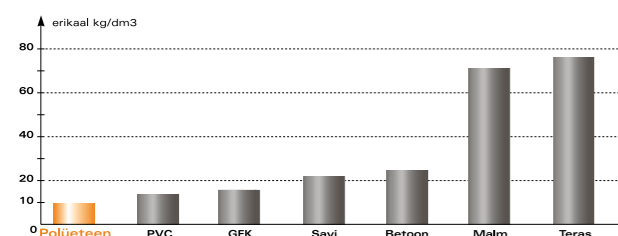
Normid ja standardid

Krah torusüsteemid vastavad kõikidele kasutatavatele rahvusvahelistele normidele ja standarditele. Krah AG on peamiste standardiseerimiskomiteede liige, mis tagab ühelt poolt valmistatavate torude vastavuse standarditele ning teiselt poolt standardid ise vastavad tegelikkusele ning seega garanteerivad ka torude vastavuse reaalsele oludele.

1. Tehnilised parameetrid

1.1. Torude erikaal

Krah torud on väga kerged ning seetõttu on neid lihtne paigaldada ning enamikul juhtudel puudub torusüsteemide paigaldamisel vajadus spetsiaalse tõstetehnika järele.



Materjalide omaduste väärtused



Võrreldes samade staatiliste omadustega monoliitsete torudega võimaldab struktuursete torude kasutamine vähendada torude kaalu kuni 65%.

1.2. Paindumus

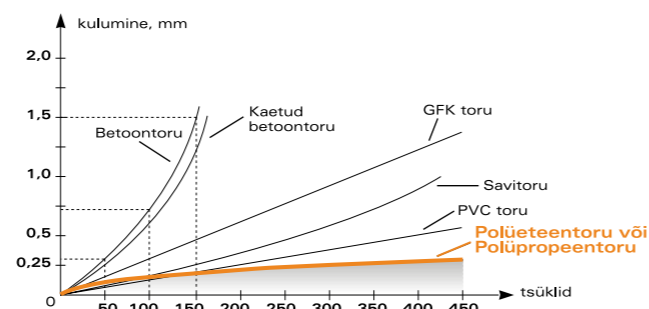
Polüeteenist ja Polüpropeenist valmistatud torudel on betoonist, terasest, malmist ja muudest materjalidest valmistatud torude ees olulised eelised. Tänu paindumisele on Krah torudel väga kõrge purunemiskindlus. See tagab, et torud taluvad rakenduses nõutust oluliselt suuremaid koormusi ja deformatsioone. Krah torud deformeeruvad vastavalt maapinna liikumisele, sealjuures purunemata ning nii tagades torusüsteemide jätkuva

toimimise. Pärast ülekoormuse või pinnase liikumise lõppemist võtab toru oma esialgse kuju.

Teiseks eeliseks on torude suur paindumus. Isegi maavärinaohtlikus piirkonnas on võrreldes muudest materjalidest valmistatud torudega Krah plastiktorud praktiliselt kahjustusteta. Vaatamata Krah torude heale paindumusvõimele, on nad suutelised taluma väga kõrgeid koormusi ning seetõttu sobivad kasutamiseks ka teede-ehituses.

1.3. Kulumiskindlus

Polüeteen- ja Polüpropeentorud on väga suure kulumiskindlusega. Antud fakti on katsetatud muuhulgas niinimetatud Darmstadti protseduuriga ning katsetuste tulemused on esitatud alloleval joonisel. Katsetel saadud tulemused kinnitavad Polüeteentorude kvaliteeti. Siinmainitud katsetused viidi läbi Lõuna-Saksa Plastikkeskuses (Süddeutsche Kunststoffzentrum).



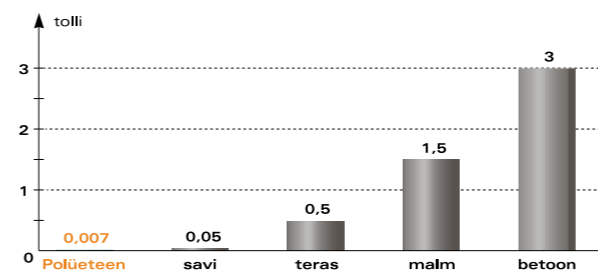
Erinevatest materjalidest valmistatud torude kulumiskõverad Darmstadti järgi.

1.4. Löögitaluvus

Krah torude kõrge löögitaluvus isegi madalatel temperatuuridel, tagab vastupidavuse võimalikelt löökidelt saadavate kahjustuste vastu transportimise, paigaldamise ning kogu kasutusaja jooksul.

1.5. Hüdraulilised omadused

Tänu Krah toru siledale sisepinnale jäävad Krah torude siseläbimõõt ja hüdraulilised omadused alati püsivaks sõltumata toruseina paksusest või kasutatavast profiilist. Nominaalne läbimõõt (näiteks DN/ID 500) vastab standardi järgi DIN 16961 samale siseläbimõõdule. Võrreldes teiste torude valmistamiseks kasutatavate materjalidega, näiteks betooniga, on Polüeteeni ja Polüpropeeni puhul võimalik kasutada väiksema läbimõõduga torusid, kuna nende materjalide pinnakaredus on oluliselt väiksem kui betoonil. Eeltoodu võimaldab omakorda oluliselt materjalide ja torusüsteemide maksumust vähendada.



Seina karedus

1.6. Vastupidavus ultraviolettkiirgusele

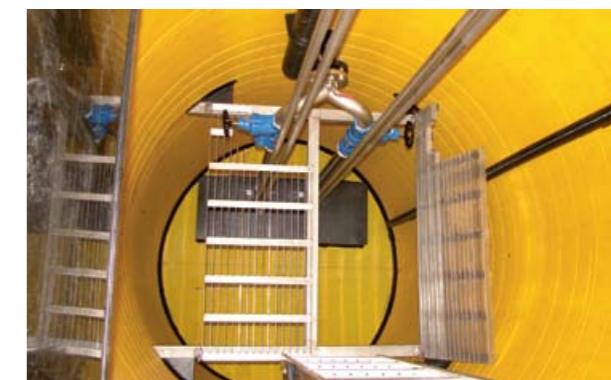
Musta värvi Polüeteentorud on vastupidavad atmosfäärikorrosiooni ja UV-kiirguse suhtes. Seetõttu ei põhjusta torude kasutamine välitingimustes ning avatud ladustamine materjali kahjustamist. Samuti ei eksisteeri materjalil vananemisilminguid.



Mahuti 60m³



Pumpla DN/ID1600



Pumpla (vaade seest)

2. Profiilid

2.1. Profiil ja ringjäikus

Ringjäikus määratakse kindlaks iga profiili jaoks, lähtudes polüeteeni pikaajalisest elastsusmoodulist (Youngi moodulist), profiili inertsmomendist ja toru läbimõõdust. Struktureeritud toruseina kasutamine vähendab oluliselt torude kaalu võrreldes tavalise konstruktsiooniga torudega ühesuguse ringjäikuse korral. Krah torude struktureeritud sein võimaldab neid torusid kasutada suurtel staatilistel koormustel.

2.2. KRAH torude profiilitüübid

Profiili tüüp: PR

PR seeria profiili peamiseks omaduseks on sile sise- ja struktureeritud välispind. Madal kaal ning suur jäikus kirjeldavad antud profiili peamisi omadusi.

Seda tüüpi profiilide kasutusala on peamiselt torüsteemid nagu näiteks kanalisatsiooni-, vihmavee äravoolu- ja ventilatsioonüsteemid.

Profiili tüüp: OP

Nimetatud profiilil on sile sise- ja välispind ja profiili „olümpiarõngastrüktuuriga“ profileeritud väliskülg. Ka antud profiili peamised omadused on madal kaal ning väga suur jäikus.

Profiili tüüp	Läbilõige	Vaade
PR		
OP		

Profiili tüüp: SQ

See profiil on sileda sise- ja välispinnaga, koos ühe või mitmekihilise sisestruktuuriga. Antud profiil on kõrge pikaajalise jäikusega ning seetõttu eriti sobiv väga kõrgete koormuste ning suurte läbimõõtude korral.

Profiili 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

Tüüpiliste profiilide loend

I_x = inertsmoment, e = inertskaugus, se = ekvivalentse monoliitseina paksus

Profiili tüüp: VW

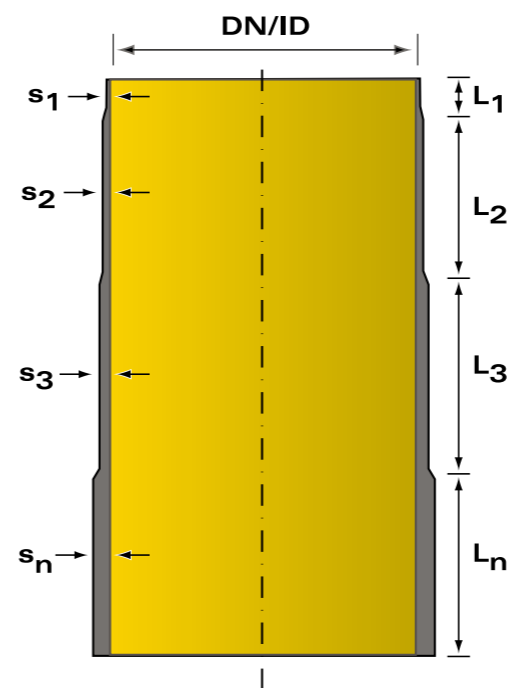
VW-tüüp on ühtlane monoliitne toru, sileda sise- ja välispinnaga. Need torud sobivad kasutamiseks sisemise töösurve korral. Minimaalne seinapaksus on 5 mm ning maksimaalne 80 mm.

Profiili tüüp: ST

ST-profiiliga torud on ette nähtud vertikaalsete mahutite valmistamiseks, kus toru erinevad seinapaksused on vajalikud materjali kokkuhoiuks. Arvutusmeetod vastavalt standardile DVS 2205.

Astmega torud	minimaalne	maksimaalne
Nominaalne laius (Di)	300 (mm)	4000 (mm)
Astmete arv (n)	kaks	kuus
Astme pikkus (L)	200 (mm)	toru pikkus
Astme seinapaksus (s)	5 (mm)	300 (mm) for PE 150 (mm) for PP
Astme vahemaa	5 (mm)	

Astmega torude tehnilised andmed



Astmega torudest vertikaalse mahuti joonis
S1 = astme seinapaksus
L1 = astme i pikkus

ID	Profiil	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

Tabel 1.1 KRAH torude profiili tüübid

ID	Profiil	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

3. Projekteerimine

3.1. Hüdrauliliste parameetrite arvutamine

Hüdraulilised arvutused

Torude hüdraulilise arvutuse aluseks on Euroopa Standard EN 752:2008 [1]. Voolamise keskkiiruse arvutamisel drenoides ja kanalisatsioonitorustikes lähtutakse turbulentsest režiimist. Standardis on turbulentsel voolamisel arvutamiseks toodud kaks valemit, Colebrook-White'i ja Manningi valemid.

Colebrook-White valem

Täistäitega ümartorus saab voolamise keskkiiruse arvutada valemiga

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

kus

v on voolamise keskkiirus vooluristlõikes, m/s;

g - raskuskiirendus, m/s²;

D - toru siseläbimõõt, m;

I - dimensioonitu hüdrauliline lang;

k - toru siseseina karedus, m;

ν - vedeliku kinemaatiline viskoossus, m²/s

Osalise täitega torus või mitteümara ristlõikega torus keskkiiruse arvutamisel valemiga (1) võetakse toru siseläbimõõdu D asemel $4R_h$, kus R_h on hüdrauliline raadius (voolu ristlõike A ja märgpiirde χ suhe). Tabelis 1 on esitatud suuruse $4R_h/D$ sõltuvus toru suhtelisest täitest (h on veesügavus torus).

Suhteline täide h/D	Hüdraulilise raadiuse sõltuvus läbimõõdust $4R_h/D$	Suhteline täide h/D	Hüdraulilise raadiuse sõltuvus läbimõõdust $4R_h/D$
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

Manningi valem

Ümara ning mitteümara ristlõikega nii täistäite kui osalise täite korral on voolamise keskkiirus määratud järgneva valemiga

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

kus

K on Manningi tegur, m^{1/3}/s;

R_h - hüdrauliline raadius, m;

I - dimensioonitu hüdrauliline lang

Survekaad

Toru karedus (k) või Manningi voolutegur (K) määravad hõõrdesurvekaad, mis on seotud toru materjaliga, ebatasasustega torude ühendustes ning allpool veepinda koguneva settega.

Lisaks tekivad survekaad torude hargnevustes, toruristlõike muutumisel, kaevudes, põlvedes ja teistes liitmikes. Otseste arvutuste tegemisel võib kasutada järgnevat valemit

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

kus

h_L on kohtsurvekadu, m;

k_L - dimensioonitu kohttakistustegur;

v - keskkiirus, m/s;

g - raskuskiirendus, m/s²

Kogusurvekadu

Kogusurvekao arvutamiseks soovitakse järgnevaid meetodeid [1]:

- lisada kohtsurvekaad torudes voolamisel tekkivatele hõõrdesurvekadudele;
- eeldades suuremat toru hüdraulilist karedust hõõrdesurvekadude arvutamisel arvestatakse kohtsurvekadude lisandumist kogusurvekaole.

Soovitusliku hüdraulilise kareduse kasutamisel torude arvutamisel on vajalik kindlaks teha, kas kohtsurvekadude mõju on juba kareduse suurusele lisatud. Praktikas on enamasti kasutusel toru siseseina kareduse k väärtused piirides 0.03 mm kuni 3.0 mm ja Manningi tegurid K piirides 70 kuni 90 m^{1/3}s⁻¹.

Ligikaudset võrdlust arvutuslike kiiruste hinnangutele valemite (1) ja (2) alusel saab teostada järgneva valemiga

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

kus

K on Manningi tegur, m^{1/3}/s;

g - raskuskiirendus, m/s²;

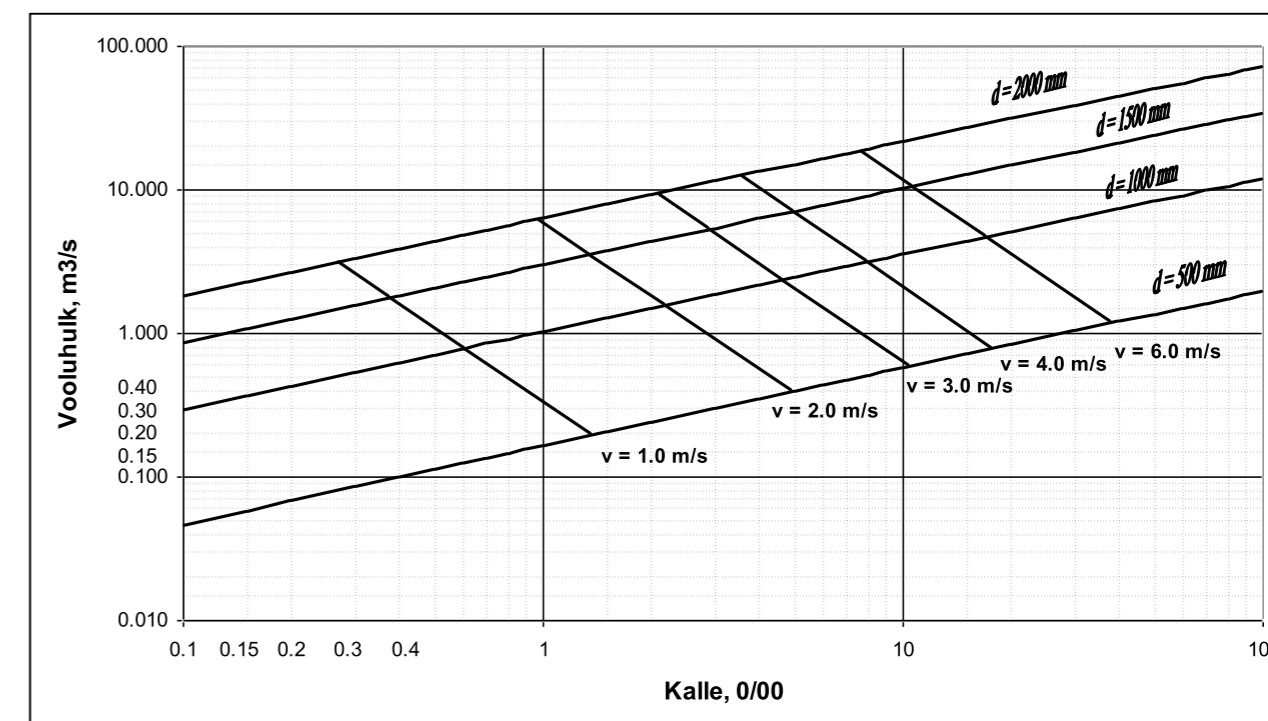
D - toru siseläbimõõt, m;

k - toru siseseina karedus, m

Toru läbimõõdu valikut sõltuvalt toru kaldest, vooluhulgast ja voolamise keskkiirusest aitab Joon. 1 toodud nomogramm. Nomogramm on koostatud Colebrook-White vale-miga (1) tingimusel, et voolamine on torus täistäitega, vee viskoossus $\nu = 1.03 \cdot 10^{-6}$ m²/s ning toru siseseina karedus $k = 0.007 \cdot 10^{-3}$ m. Osalise täite korral võetakse valemis (1) toru siseläbimõõdu D asemel $4R_h$.

Manningi valemiga kasutamisel voolutegur $K = 1/n$, kus n on Manningi karedustegur, mis sõltub ka toru täitest. Põhjalikumalt on hüdraulilise arvutuse valemite kasutamist analüüsitud käsiraamatutes [2,3,4].

Joonis1 Nomogramm



3.2. Torude staatilised arvutused maa-alusel paigaldamisel

Krah torude oluliseks eeliseks on nende lihtne kohaldatavus erinevat liiki projektide nõudmistele. Erinevate normide ja standardite järgi tuleb torud projekteerida vastavalt nominaalsele ringjäikuse klassile (SN), nagu SN2 (ainult torudele DN > 500), SN4, SN8 või SN16 (vastavalt standardile ISO9969), või vastavalt muudele jäikuse standarditele (DIN16961, ASTM F894, NBR 7373 jne) sõltumata katsetamise meetodist (pideval kiirusel või pideval koormusel).

Lisaks sellele on valmistajatel vastavalt standardi EN 13476-3 paragrahvile 9.1 lubatud valmistada torusid DN/ID > 500 eelpool loetletud SN-klasside vahel. Selle mõõnduse kasutamiseks peab valmistaja olema võimeline antud lahendust tõestama staatiliste arvutuste abil. Krah torudega suudame iga projekti jaoks pakkuda just sellise jäikusega toru nagu konkreetne projekt seda nõuab.

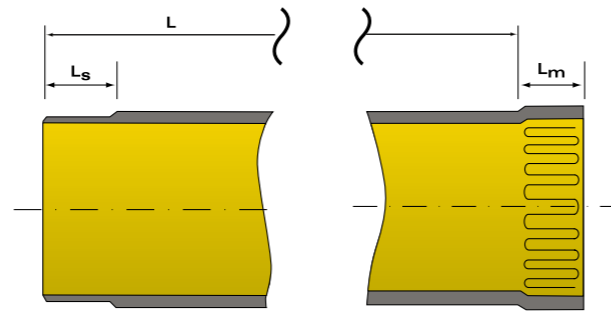
Arvestades iga konkreetse projekti spetsifikatsioone on Krah torude staatilise arvutuse teostamine ainult kasuks. 99% juhtudel on projekteeritud torud üledimensioneeritud ning arvutuste abil on võimalik tõestada, et väiksema jäikuse kuid õige profiiliga ning nõuetekohase varusteguriga toru on tegelikult piisav ning samal ajal odavam ja kiiremini paigaldatav. **Lisaks on torude tegelik kvaliteet eelkõige seotud õige seinapaksuse, toor-materjali kvaliteedi ja töökindla ühendustehnoloogiaga – kuid mitte jäikusega.**

3.3. Toruliitmikud

Krah tarnib lisaks erineva läbimõõduga ja jäikusega torudele ka toruliitmikke, kontrollkaevusid ning muid komponente homogeensete ja vastupidavate torusüsteemide koostamiseks.

Peamiselt valmistatakse toruliitmikud WV- või SQ-tüüpi torudest. Üldiselt on toruliitmikud valmistatud vastavalt

nõutud jäikusele ning arvestades keevitamise faktoreid. Kõik toruliitmikud sobivad kõikide torudega ning neid on võimalik ühendada kõikide ühendusmeetodite abil.



Kõik toruotste mõõdud vastavad standardi EN 14376 nõudmistele, näiteks minimaalsed pikkused ja jäikused. Muhvliite standardne pikkus (L_m) on 140 mm ning muhvliite vastuse standardne pikkus (L_s) on 140 mm.

3.4. Hargmikud



Torude hargmikke valmistatakse kõikidele torutüüpidele. Hargnemisnurk on vahemikus 15° kuni 90°, koos otste ning vastavate segmentide pikkusega.

3.5. Poognad



Poognad valmistatakse ja segmenteeritakse erinevate nurkadega, raadiust ja toru läbimõõtu on võimalik valida üksteisest sõltumatult.

α	Segmentide arv
15°	2
30°	2
45°	3
60°	3
75°	4
90°	4

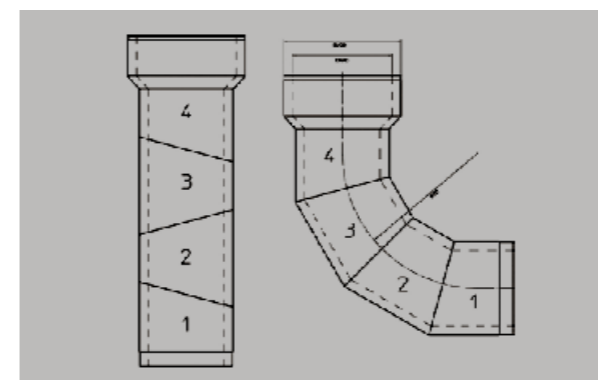
Segmentide arv

Tabelis on toodud standardi DIN 16961 järgi standardsete poognate nurgad. Muud lahendused vastavalt kokkuleppele kliendiga.

3.6. Üleminekud



Üleminekud on kontsentrilised ja ekstsentrilised, mis tagavad üleminekute vastavuse spetsifikatsioonidele. Standardsete üleminekute korral on läbimõõdu maksimaalne erinevus 200 mm, muud läbimõõdud vastavalt tellimusele.



Torusegmentide jaotus 90° nurga moodustamiseks.

3.7 Kaevud

Krah Pipes valmistab kaeve vastavalt projekteerija poolt ette antud tingimustele. Kaevud valmistatakse polüeteenist ning need vastavad kõikidele rahvusvahelistele normidele ja standarditele. Kasutatav materjal on oma omadustelt keskkonnasõbralik ja vastupidav ning seetõttu parim torustike, kaevude ning mahutite tootmiseks.

Krah tootevalikus on laias ulatuses kaeve vee- ja kanalisatsioonitrassidele, millele paigaldatakse vastavalt soovile kas malmist või plastist luuk. Luugid võivad olla kaevuga ühendatud kas jäigalt või liikumist võimaldava teleskoopitoru abil. Meie luugivalikus on umb- ning restkaanega nii ümaraid kui ka kandilisi luuke.



Kaevu läbimõõt sõltub otstarbest, üldjuhul saavad määravaks ühendusotste läbimõõdud ja asetuse teineteise suhtes. Kindlasti peab arvestama ka kanalisatsiooni puhastamiseks kasutatavate seadmete suurust.

Enamlevinud kaevude läbimõõdud korpus/teleskoop:

OD200/OD160 mm

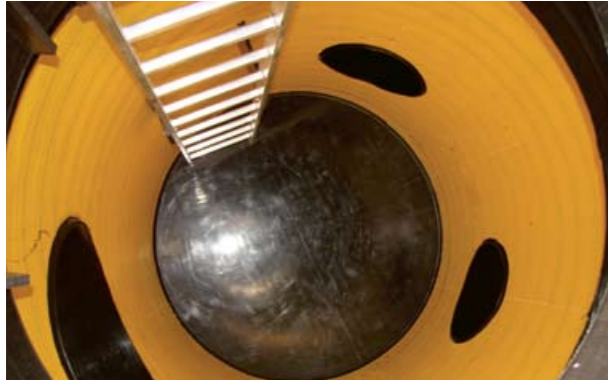
OD400/OD315 mm

OD560/OD500 mm

ID800/OD500 mm

ID1000/OD630 mm

Võimaldamaks paremat inspekteerimist on Krahi kaevud kollase sisepinnaga.



Sademevee kontrollkaev DN/ID1600

Torustikele alates DN/ID800 mm soovitame võimalusel (pöörangukaevud, läbivoolukaevud) kasutada ökonoomsemaid sadulkaeve.



Sadulkaev OD560mm, torule ID1000mm

Peamised kaevude kasutusalaad:

Sademevee- ja dreanažikaevud

Kaevud, mis on mõeldud sademevee ärajuhtimiseks. Peamiselt valmistatakse kaevud sileda põhjaga, enamlevinud läbimõõdud on 200 mm - 1000 mm. Samuti

valmistatakse restkaeve, mida kasutatakse üldjuhul parkimisplatsidelt vee ärajuhtimiseks torustikesse.



Sademevee kontrollkaev DN/ID1500

Kanalisatsioonikaevud

Kasutatakse kanalisatsioonitorustike kontrollimisel ja hooldamisel. Kaevud valmistatakse voolurenniga, et tagada reovee ühtlane voolamine. Soovitav voolurenni suurus on 1/3 - 1/2 peatrassi torustiku läbimõõdust. See tähendab, et vähemalt kolmandiku toru läbimõõdu ulatuses on kaevu põhjas renn, tagamaks reovee parema äravoolu.



Kanalisatsiooni kontrollkaev DN/ID800

NB! Võimalusel vältida voolurennis täisnurksete pöörangute kasutamist. Ära hoidmaks täisnurkset pöörangut, soovitame kasutada sobiva läbimõõduga kaevu korpust, kuhu on võimalik ehitada lauge voolurenn.



Pöörang kaevus ID800

Siibrikaevud

Veevarustuse- ja kanalisatsioonitrasside lõikude avamiseks ja sulgemiseks. Siibrikaev teeb trassi aastaringse hoolduse mugavamaks.

Õhueralduskaevud

Kasutatakse suurte kõrguste vahega vee- ja kanalisatsioonitorustikes tekkiva õhu eraldamiseks.

Veearvestikaev

Kasutatakse vee- ja kanalisatsioonitorustikke läbivate vedelike hulga arvestuseks.

Proovivõtukaev

Proovivõtukaevu abil kontrollitakse kanalisatsioonitorustikes voolavate vedelike kvaliteeti.

Voolurahustuskaev

Kasutatakse sademe- ning reoveetorustikes voolukiiruse alandamiseks.



Sademeveekaevud



Sadulkaev



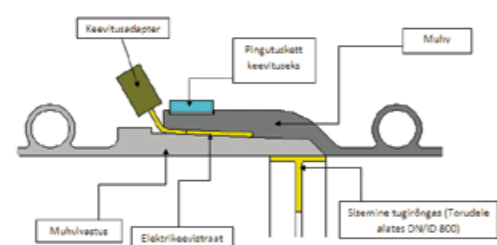
Sademeveekaevud elektrikeevisühendustega

4. KRAH torude ühendusmeetodid

4.1. Torude ja armatuuri ühendamine integreeritud elektrikeevituse abil

Täiusliku torusüsteemi töökindlus sõltub selle kõige nõrgema komponendi töökindlusest. Iga torusüsteemi kõige nõrgemaks komponendiks on ühendused. Seetõttu on oluline valida kõige sobivam ning kõige kindlam torude ühendusmeetod. Väikese läbimõõduga torude ja toruliitmike keevitamine elektrikeevituse abil on leidnud viimastel aastatel laialdast kasutamist. Lisaks paljudele muudele eelistele on antud ühendusmeetod väga soodne, lihtne ja töökindel. Tänapäeval on Krah vastavalt DVS 2207-1 standardile välja töötanud suure läbimõõduga torude keevitamise meetodi sarnaselt juba kasutuseloleva väikese läbimõõduga torude keevitamistehnoloogiale.

Keevistraat on lisatud toru muhvipoolele. Pärast muhviliite ning muhviliite vastuse ühendamist kuumutatakse keevistraati spetsiaalse keevitusseadmega ning torud keevitatakse kokku. Selline ühendamismeetod võimaldab torusid ühendada väga lühikese aja jooksul. Ainult ühe keevitusseadmega on näiteks 8 tunni jooksul võimalik ühendada 72 meetri pikkune 1200 mm läbimõõduga torujuhe. Torude paigaldamise kiirus sõltub nüüd ainult kaevamistöõde kiirusest.



KRAH elektrikeevismuhviga torude ühendus- ning keevitusjuhend

1. Vooluallikas: Generaatori võimsus peab olema minimaalselt 15 kVA. Kindlusta, et tagatud on stabiilsed voolu parameetrid!

2. Keevitust võivad läbi viia ainult selleks volitatud inimesed.
3. Keevitusala peab olema kaitstud mustuse, niiskuse ning otsese päikesekiirguse eest.
4. Juhul kui välistemperatuur on alla +5 °C tuleb kasutusele võtta lisameetmed näiteks telgi ja puhurite näol.
5. Kontrolli üle muhv ning muhvivastus transpordil tekkida võinud kahjustuste välistamiseks.
6. Eemalda kaitsekile, kuid alles siis, kui oled valmis koheselt torusid puhastama ning ühendama.
7. Paigalda toru nii, et keevistraadid oleksid kergesti ligipääsetavad.
8. Muhv ning muhvivastus tuleb puhastada PE puhastusvahendi ja paberiga, mis ei ole ebemeline ning värviline.
9. Märki muhvivastusele veekindla markeriga muhvi siseneva osa pikkus (vähemalt 120 mm).
10. Ühenda torud ning jälgi, et muhvivastus siseneks eelnevalt märgitud jooneni. Veendu, et muhvi ning muhvivastuse vahele ei satuks niiskust.
11. Suuremate kui DN/ID 800 torude korral tuleb paigaldada lisaks ka sisemine tugirõngas muhvivastusele (toru otsast ca 20mm).
12. Peale nende ettevalmistuste tegemist alusta koheselt keevitusprotsessi.



punktid 13 ja 14

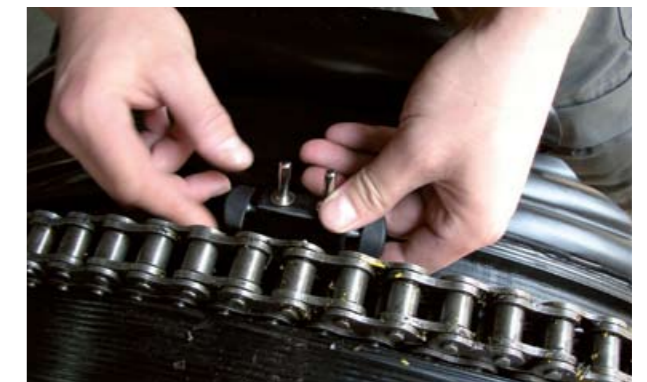
13. Paigalda KRAH pingutusketi selleks ettenähtud kanalisse muhvi lõpus, ketipinguti tuleb asetada keevistraadist vähemalt 25cm eemale.
14. Pinguta ketti vastavalt allolevas tabelis näidatud väändmomendini
15. Lühikese trassi puhul kindlusta muhvi ning muhvivastuse liikumatus.

16. Ühenda keevisagregaat adapteri abil keevistraadiga. Vajadusel painuta ning löika keevistraadi otsi, nii et adapter oleks muhvile võimalikult lähedal. Jälgi, et keevistraadid ei puutuks omavahel kokku (lühise võimalus)
17. Sisesta keevitusparameetrid (loe vastava seadmega ribakoodilt või sisesta manuaalselt). Alusta keevitusprotsessi.
18. Keevitusaja viimase kolmandiku alguses pinguta uuesti pingutusketi, vajaliku väändmomendi leiad allolevast tabelist



punkt 14

19. Pärast keevitusaja lõppu märgista veekindla markeriga keevituskoht (Keevituse number, kuu-päev, keevituspinge, kellaeg ja keevitaja nimi).
20. Eemalda adapter keevistraatidelt.
21. Jahtumise ajal ära toru liiguta.
22. Pärast jahtumisaega (umbes 35 - 45 min.) eemalda pingutusketi ning sisemine tugirõngas.
23. Dreenide ja kanalisatsioonitorustike ühenduskohtade kontrollimist ning katsetamist reguleerib standard EN 1610:200



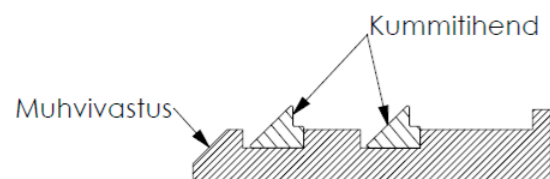
punkt 16

DN/ID (mm)	Pinge (V)	Aeg (sek)	Keevitusseadmete arv	Väändmoment keevitust alustades	Ülepingutamise väändmoment pärast 2/3 keevitusaega
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

KRAH torude keevitusrežiimi parameetrid käsitsi sisestamisel ning pingutusketi väändmomendid. Suuremate läbimõõtude parameetreid küsi meilt

4.2. KRAH torude ühendamise kummitihendite abil

- Kaks kummitihendit ühenduse kohta
- Paigalda tihendid alloleval joonisel näidatud kujul



- Et lihtsustada paigaldust, oleks hea kui üks ühendatavatest torudest oleks osaliselt tagasitäidetud, see tagab vajaliku toe torude ühendamisel ning aitab vältida torustiku lainetamist.
- Märki muhvivastusele veekindla markeriga muhvi siseneva osa pikkus (vähemalt 125mm)
- Kata muhv ning muhvivastus ROHKE liugainega
- Muhvivastus ning muhv on vaja hoida puhtana nii liugaine määrimisel, kui ka torude ühendamisel
- Ühenda torud kuni märgitud jooneni muhvivastusel
- Ühendamisel on vaja mehaanilist abi. Kui toru ühendatakse lükkamise teel, siis tuleb kasutada sobivat survejagajat (Nt. puidust plaat), et vältida muhvi kahjustamist
- Väldi toruotste lohistamist
- Krah kummitihendiühendusega torud on kasutamiseks sirgetel torustikel, juhul kui on projektis ette nähtud kääne, siis peab kasutama torupoognat.



Kummitihendid



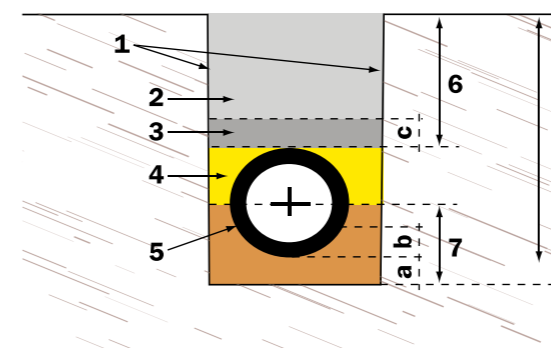
Märkimine



Kummitihendi sooned torul

5. KRAH torude paigaldus

5.1. Kaevik



- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Kaeviku seinad | 5. Alus |
| 2. Lõpptagastäide | 6. Katte sügavus |
| 3. Algtagastäide | 7. Aluskihi sügavus |
| 4. Külgtäide | 8. Kaeviku sügavus |

- a - alumise aluskihi paksus
- b - ülemise aluskihi paksus
- c - algtagastäite paksus

$$b = k \times OD \text{ (vt peatükist „täide ja toetus“)}$$

kus:

k - ühikuta tegur, ülemise aluskihi paksuse b ja OD suhe
OD - toru välisdiameeter millimeetrites

Märkus 1.

a ja c miinimumväärtuseid vaata peatükist „täide ja toetus“

Märkus 2.

Mõnedes rahvuslikes standardites asendab k x OD aluskihi nurga määramist. Aluskihi nurk ei ole sama, mis ehitusprojektis kasutatav aluskihi reaktsiooninurk.

Kaevikud peavad olema projekteeritud ja kaevandatud viisil, mis tagaks torustike nõuetekohase ja ohutu paigaldamise.

Kui maa-alustele konstruktsioonidele, nt kaevudele, on nõutav ehituslik juurdepääs välisküljelt, tuleb tagada minimaalselt 0,5 m laiune kaitstud tööala.

Kui samasse kaevikusse või muldkehasse paigaldatakse kaks või enam toru, tuleb järgida torustikevahelist minimaalset horisontaalset tööala. Kui pole kehtestatud teisiti, peab see olema: kuni ja kaasaarvatud DN700 torude korral 0,35 m ja suurema kui DN700 torude korral 0,5m.



Krah torude DN/ID1000 paigaldus objektil

5.1.1 Kaeviku laius

Kaeviku maksimaalne laius ei tohi ületada ehitusprojekti kehtestatud maksimaalset laiust.

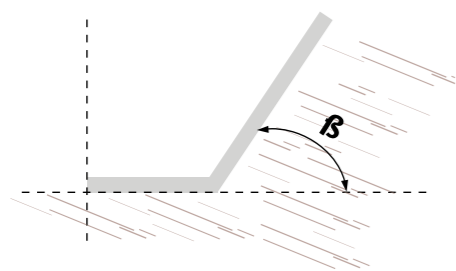
Kui see pole võimalik, tuleb selles küsimuses pöörduda projekteerija poole.

DN	Kaeviku minimaalne laius (OD+x) m		
	Toestatud kaevik	Toestamata kaevik	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD + 0.40	OD + 0.40	
> 225 kuni ≤ 350	OD + 0.50	OD + 0.50	OD + 0.40
> 350 kuni ≤ 700	OD + 0.70	OD + 0.70	OD + 0.40
> 700 kuni ≤ 1200	OD + 0.85	OD + 0.85	OD + 0.40
> 1200	OD + 1.00	OD + 1.00	OD + 0.40

Tabel 1 - Kaeviku minimaalne laius nimimõõdu (DN) suhtes
Väärtuses OD+x, võrdub x/2 minimaalse tööalaga toru ja kaeviku seinaga või toestiku vahel, kus: OD on välisdiameeter meetrites ja β tähistab toestamata kaeviku seinanurka, mõõdetuna horisontaali suhtes (vt joonis 2)

Kaeviku sügavus m	Kaeviku minimaalne laius m
< 1.00	nõutav minimaalne laius puudub
$\geq 1.00 \leq 1.75$	0.80
$\geq 1.75 \leq 4.00$	0.90
> 4.00	1.00

Tabel 2 - Kaeviku minimaalne laius kaeviku sügavuse suhtes



Joonis 2 - Toestamata kaeviku seinanurk β

5.1.1.2 Kaeviku minimaalne laius

Kaeviku minimaalne laius peab olema tabelites 1 ja 2 antud väärtustest suurem, v.a. jaotises 5.1.1.3 toodud juhud.

5.1.1.3

Tabelite 1 ja 2 alusel saadud minimaalset kaeviku laiust võib muuta järgmistes olukordades:

- kui personal ei pea kunagi kaevikusse sisenema
- kui personal ei pea kunagi sisenema torustiku ja kaeviku seinavahele
- vältimatutes piiratud olukordades.

Kõigil neil juhtudel nõutakse projektis ja ehitamisel erimeetmeid.

5.1.2 Vee eemaldamine

Paigaldamistööde käigus tuleks süvendid hoida veevabad. Vee eemaldamise meetodid ei tohi kahjustada täiteid ega torustikke. Vee eemaldamise lõpetamisel tuleb kõik ajutised drenid korralikult sulgeda.

5.2. Täide ja toetus

Materjalid, aluskiht, toestik ja täitekihi paksus peavad vastama projekteerimisnõuetele. Täitematerjal ja selle terakoostis koos toestikuga tuleb valida arvestades:

- toru suurust;
- toru materjali ja toruseina paksust;
- pinnase omadusi.

Aluskihi laiuseks peab olema kaeviku laius, kui pole määratud teisiti. Muldekehadesse paigutatud torustike aluskihi laiuseks peab olema neljakordne OD, kui pole määratud teisiti.

Algtagasitäite minimaalne paksus c (vt joonis 1) peab olema 150mm üle silindri ja 100mm üle ühenduste.

Kogu kohapealne pehme pinnas kaeviku põhjalt tuleb eemaldada ja asendada sobiva aluskihi materjaliga.

5.3. Tagasitäitmise

Külgtäite ja tagasitäite paigaldamist võib alustada vaid siis, kui toru ühendused ja aluskiht võimaldavad koormamist.

Tagasitäitmist, sealhulgas täite ja lõpptagasitäite paigaldamist, kaeviku sulundseina eemaldamist ja tihendamist tuleks teostada viisil, mis tagab torustiku kandevõime vastavuse projekteerimisnõuetele.

Täidet tuleks paigaldada viisil, mis takistab oleva pinnase sissevajumise või täitematerjali segunemist oleva pinnasega. Teatud juhtudel, eriti põhjavee olemasolul, võib toru täite paigaldamiseks osutada vajalikuks kasutada geotekstiili või pöördfiltrit.

Sobivad ettevaatusabinõud tuleb kasutusele võtta kohtades, kus põhjavee vool võib pinnase peenosakesi edasi kanda või alandada põhjavee taset.

Kui torustiku osad vajavad ankurdamist, tuleb seda teha enne täite paigaldamist.

5.4. Tihendamine

Kraha torude paigaldamisel peavad kül- ning algtagasitäite olema tihendatud vähemalt 90% standardtihedusest Proctor Density.

Nõudmisel tuleks vahetult toru kohal olev algtagasitäite tihendada käsitsi. Vahetult toru kohal olevat lõpptagasitäidet ei tohi mehaaniliselt tihendada, kuni katte kogusügavuseks toru kohal on vähemalt 300mm. Katte kogusügavus vahetult toru kohal enne mehaanilist tihendamist sõltub tihendusseadme tüübist. Tihendusvahendite, läbikute arvu ja tihendatava kihi paksuse valikul tuleb arvestada tihendatava materjaliga ja paigaldatava toruga.

5.5. Hermeetilisuse kontroll

Vastavalt nõuetele tuleb kontrollida torusüsteemide lekkekindlust. Lekkekindluse kontrollimiseks on erinevaid võimalusi.

Esimene variant on sektsiooni kontrollimine, millega kontrollitakse korraga kogu toru sektsioon (kahe kontrollkaevu vaheline sektsioon). Õhupadjad puhutakse täis ning nad sulgevad mõlemad otsad. Seejärel pumbatakse tihendatud sektsiooni kindla survega vesi. Sektsiooni lekete kindlakstegemiseks mõõdetakse seda survet teatud ajavahemiku järel.

Teine variant on ühenduste kontrollimine (üle DN/ID 600 mm läbimõõduga torude korral), millega kontrollitakse ainult ühenduste kvaliteeti, eeldades, et toru ise on lekkekindel. Kontrollitakse teostamiseks kasutatakse spetsiaalseid seadmeid, kuid põhimõte on sama, mis esimesel protseduuril, ainuke erinevus on selles, et kontrollimise piirkonnaks on ühendus.

6. Ennistamine

Kahjustatud kanalisatsioonitorude taastamine ennistamise abil. „Toru-torus-meetod” muutub järjest olulisemaks. Krah torud sobivad ideaalselt purunenud torude ennistamiseks. Torude jäikus arvutatakse välja vastavalt tegelikele koormustele. Ka lühikeste torude ennistamiseks pakub Krah kompetentseid lahendusi. Keevitamine viiakse läbi toru sees. Kättesaadavad torude pikkused on alates 1m-st kuni 6m-ni. Krah torude abil on võimalik taastada kanalisatsioonitorustiku staatilist läbilaskevõimet ilma seda välja kaevamata. Pikemate kaevikute korral on võimalik kasutada kuni 18 meetri pikkusega eelvalmistatud torusid. DN 800 või suurema läbimõõduga torude korral on võimalik üksikud torud sisestada olemasolevasse kanalisatsioonitorustikku ning ühendada need sisemise ekstruuderkeevituse abil.

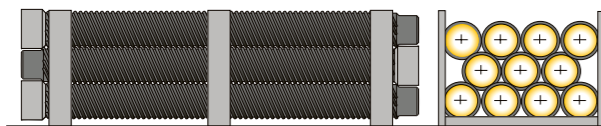
7. Transport

Krah torude transportimine on väga lihtne, kuna torud on kerged. Transportimise ajal tuleb tagada torude stabiilsus ning vältida nende liikumist. Erijuhtudel, kui torud tarnitakse konteineris, tuleb ruumi efektiivselt kasutamiseks kohandada torude pikkus vastavate transportimise tingimustega.

8. Ladustamine

Torude ja toruliitmike ladustamisel on oluline tagada maapinna tasasus ning punktkoormuste vältimiseks tagada kivide ja teravate servadega esemete puudumine. Seejärel tuleb tagada, et üksteise peal ladustatavate torude muhvid paikneksid eri suunda-

des. See tähendab et iga kihi torud peavad üksteise suhtes olema 180 kraadise nurga all – muhvi vastus on kohakuti muhviga. Muhvliited ei tohi kokku puutuda järgmise kihi muhvliidetega.



Krah torude ladustamise näide

9. Kvaliteedi kontroll

Üldine kvaliteedijuhtimissüsteem

Torude ja torutoodete kvaliteet on nii Krah AG kui ka kõigi Krah tehnoloogiaga torusid tootvate ettevõtete arendusprogrammide põhikriteeriumiks. Tingituna erinevatest normidest ja standarditest on rahvusvahelised nõuded väga erinevad ning kvaliteedi tagamiseks on olemas mitmeid kontrollimise protseduure. Kogu tootmisprotsess on osa üldisest kvaliteedijuhtimise süsteemist. See koosneb kahest põhikomponendist, esimene on sisemine kvaliteedikontroll ning teine on väline (kolmanda osapool) kvaliteedikontroll.

Sisemine kvaliteedikontroll koosneb kolmest etapist:

1. TOOTMISEELNE KONTROLL

Toorainetele ja muudele sisenevatele materjalidele teostatakse sulamiskatse ning kontrollitakse niiskuse-sisaldust ja lõhna. Kõik uued tarned kontrollitakse enne ladustamist üle. Kõik kontrollimised dokumenteeritakse, analüüsitakse ning salvestatakse.

2. KONTROLL TOOTMISE AJAL

Tootmisprotsessi ajal teostatakse individuaalsete tootmisetappide kontrollimist ja dokumenteerimist. Kõige olulisemad mõõdud kontrollitakse üle ning vajadusel korrigeeritakse.



Ringjäikuse kontrollimine

3. TOOTMISJÄRGNE KONTROLL

Pärast tootmist kontrollitakse valmistoodangu vastavust kliendi nõudmistega. Tulemused protokollitakse ning koostatakse vastav dokumentatsioon. Selleks et tagada teoreetiliste staatiliste väärtuste ning tegelike väärtuste vastavus, teostatakse tootmisprotsessi pidevat kontrollimist. Vastavaid väärtusi kontrollitakse vastavalt standardile DIN 16961 või ISO 9969 (ringjäikustest).



Toru seinapaksuse mõõtmine

Kvaliteedi tagamine nõuab väga laialdasi teadmisi ning seetõttu on Krah koostanud kvaliteedikäsiraamatu, milles on kirjeldatud kõiki olulisi kontrollimisprotseduure, kaasa arvatud selleks vajalikke seadmeid. Krah kvaliteedikäsiraamat on kättesaadav kõikidele Krah seadmeid kasutatavatele ettevõtetele. Kvaliteedi kontrollist ülevaate saamiseks on klientidel võimalik antud kvaliteedikäsiraamatuga tutvuda.

Markeerimine

Sõltuvalt kasutatavast standardist on torude markeerimine erinev. Minimaalselt peavad torud olema markeeritud vähemalt 2m intervalliga ning minimaalselt üks markeerimine iga toru kohta.

Markeering peab sisaldama vähemalt alljärgnevat:

- **Standardi number** (nt EN13476)
- **Nominaalmõõt** (nt DN/ID 1000)
- **Valmistaja nimi** (nt Krah Pipes)
- **Ringjäikuse klass**
(nt SN8 vastavalt standardile EN13476)
- **Ringelastsus**
(nt RF30 vastavalt standardile EN13476)
- **Toru materjal** (nt PEHD)



Markeering

Kvaliteedi sertifikaadid

Üldiselt kontrollitakse kogu tootmisprotsessi kolmanda osapoole poolt. Kvaliteedi kontroll on oluliselt rangem kui ISO 9000 sertifitseerimise nõuded, kuna kontrollitakse lõpptoodet. Kvaliteedi kontrollimise tulemusena väljastatakse igale torupartile kvaliteedisertifikaat.

Kõige värskemad Krah torudele väljastatud sertifikaadid on alati saadaval meie kodulehel www.krah-pipes.ee alamkataloogis: **sertifikaadid**.

DIN 16961-2:2010-03

Lisa B (INFORMATIIVNE)

Torude kandevõime hindamise meetodid

B.1 Üldine

Üks levinumaid profileeritud torude kasutusalasid on maa-alused torusüsteemid. Enne torude paigaldamist nõutakse tõendite esitamist nende kandevõime kohta.

Tõendid võib esitada struktuuriliste konstruktsiooniarvestuste kujul või praktilistel kogemustel ja võrdlusarvutustel põhinevate arvutusgraafikute või -tabelitena.

Termoplastilise torukonstruktsiooni puhul pole üldjuhul vajalik teostada analüüsil või arvutustel rajanevat struktuurilist konstruktsiooniarvestust. Tegelikult sõltub iga toru toimimise kalkuleeritud prognoos suuresti arvutuste teostamisel eelduseks võetud tingimuste vastavusest kohapealsetele tegelikele tingimustele. Seda silmas pidades on kriitilistel juhtumitel soovitatav sisendandmeid hoolikalt kontrollida ning üle kinnitada pinnaseanalüüside ja torude paigaldustööde jälgimise abil.

Standardsetes paigaldusoludes (vt tabel B.1) võib maa-aluste torude toimimist prognoosida praktilise kogemuse põhjal.

B.2. Praktilisel kogemusel põhinev struktuurine ehitus

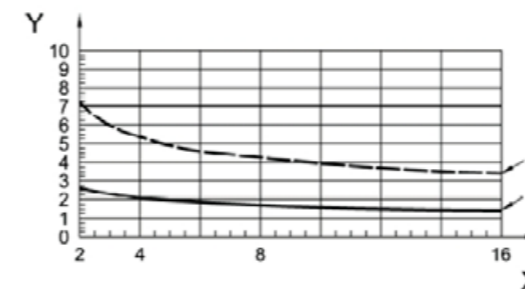
Aastakümnetepikkuse kogemuse põhjal ning eeldusel, et kasutatavad torud on vähemalt käesolevas standardis nõutava miinimumkvaliteediga ja korralikult paigaldatud, võib enamikke torudega seonduvaid ehitustöid viia läbi vajaduseta keerukate struktuuriliste konstruktsiooniarvutuste järele (vt CEN/TS 15223, DIN EN 13476-1).

Tabelis B.1 täpsustatud piirväärtustest tuleb kinni pida paigaldustingimuste ja paigalduskvaliteedi osas.

Üle-Euroopaline uuring ([*Design of buried thermoplastic pipes. Results of European research project by APME and TEPPFA, March 1999F*] ja ulatuslik uuring

torude läbipainde kohta olemasolevates Euroopa torustikes ([*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*] on uurinud maa-aluste torude läbipainde teemat. Viimases uuringus mõõdeti tegelikku läbipainet korduvalt 25-aastase ajavahemiku jooksul. Kahe uuringu tulemuste põhjal on saadud joonisel B.1 näidatud empiirilised väärtused.

Joonis B.1 illustreerib maa-aluste torude eeldatavat maksimaalset pikaajalist läbipainet paigalduskvaliteedi ja torude ringjäikuse funktsioonina.



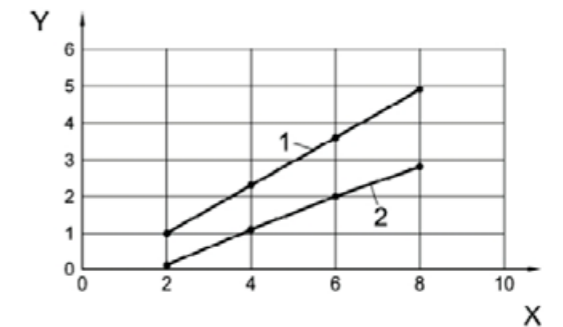
Tähised

- X Ringjäikus SN, kN/m²
- Y Pikaajaline läbipaine, %
- A Tihendamine "keskmine"
- B Tihendamine "hea"

Joonis B.1 – torude pikaajaline läbipaine: maksimaalsed väärtused

Toru või liitmiku ringjäikust ei saa otse konverteerida SR24 –st SN väärtuseks ja vastupidi. Mitmesuguste tegurite – vastava materjali elastsusmoodul, toru nominaalmõõt, mitmesugused jäikuse kontrollimise meetodid ja katsete erinev kestus – mõju tõttu nõutakse ringjäikuse väärtuse määramist individuaalsete katsetega. Tegelikult on näidanud, et neil teguritel puudub mõõdetav mõju juba paigaldatud torude tegelikule läbipainele.

Diagrammidel toodud ringjäikuse väärtused < SN 4 (SR24) esinevad kõige sagedamini suurte torude puhul.



Tähised

- X Ringjäikus SN, kN/m²
- Y Põhjavee tase ülalpool alaspidist võlvi, m
- 1 Tihendamine "hea"
- 2 Tihendamine "keskmine"

Joonis B.2 – maksimaalne lubatud põhjavee tase ülalpool alaspidist võlvi (GW) vastavalt ATV-DVWK-A 127-le (DWA-A 127 Tegevusjuhised)

MÄRKUS 1 Joonisel B.2 näidatud polüetüleenipõhine SN ja SR24 suhe on suunava tähendusega. Kõvera arvutamisel eeldati paigaldussügavust 6m ja head paigalduskvaliteeti (vt tabel B.1). Kõrgemad põhjavee tasemed on lubatud vähem kui 6m sügavusele paigaldatud torude puhul.

MÄRKUS 2 "Head" ja "keskmist" tihendamist, vastavalt Proctori tihendusastmele 95% ja 90%, kasutatakse kõigi pinnasetüüpide puhul, kuhu torusid paigaldatakse (st sealhulgas looduslik pinnas). Arvestatakse ainult ATV-DVWK-A 127 I paigaldusjuhtu. Eeldatakse 1. ja 2. rühma segapinnaseid vastavalt ATV-DVWK-A 127 (DIN 18196)-le.

CEN/TS 15223 kohaselt on maa-aluseks kasutuseks mõeldud torusüsteemid jäikusklassidega SN 4 või SR24 piisavalt vastupanuvõimelised välise veesurvele. ATV-DVWK-A 127 (DWA-A 127) [ATV-DVWK-A 127 (DWA-A 128), *Statische Berechnungen von Abwasserkanälen und -leitungen (Structural design of drains and sewers)*] rangemaid nõudeid välise veesurve osas võib kontrollida jooniselt B.2 toru ringjäikuse funktsioonina.

Tabel B.1 – Tingimused, millel rajanevad joonise B.1 graafikud

Torusüsteem	Maa-aluseks paigalduseks kavandatud torusüsteemid, mis vastavad DIN 16961 1. ja 2. osade nõuetele.
Sügavus	0,8 m – 6,0 m
Liikluskoormus	sisse arvestatud
Kaeviku laius	vastavalt DIN EN 1610 normidele
Põhjavesi	vt joonis B.2 ja märkused
Paigalduskvaliteet	vastavalt DIN EN 1610 normidele

Tihendamine “HEA”

Aluskihina kasutatav sõre pinnas asetatakse hoolikalt kaevikusse ja tihendatakse, mille järel kaevik täidetakse kuni 30 cm paksuste pinnasekihtidena ja iga kiht tihendatakse hoolikalt. Toru kaetakse vähemalt 15 cm paksuse kihiga. Seejärel täidetakse kaevik (mistahes tüüpi) pinnasega ja tihendatakse.

Täitematerjali Proctori tihedusaste $\geq 95\%$

Tihendamine “KESKMINE”

Aluskihina kasutatav sõre pinnas asetatakse kuni 30 cm paksuste kihtidena ja iga kiht tihendatakse hoolikalt. Toru kaetakse vähemalt 15 cm paksuse kihiga. Seejärel täidetakse kaevik (mistahes tüüpi) pinnasega ja tihendatakse.

Täitematerjali Proctori tihedusaste $\approx 90\%$

Rakised Enne tihendamist rakised eemaldatakse, nagu soovitab DIN EN 1610.

Torude tõestatud painduvus on selline, et need ei purune isegi siis, kui torudele rakendatakse ettenägematuid koormusi või need pole õigesti paigaldatud. Läbipaine kuni 15% ei avalda soovimatut mõju torusüsteemi korralikule toimimisele (st vastupidavusele, hüdraulilistele omadustele ja lekkekindlusele).

B.3 Konstruksiooniarvutustel põhinev struktuurne ehitus

Kui struktuurilised konstruksiooniarvutused osutuvad vajalikeks (näiteks juhul, kui paigaldustingimused erinevad tabelis B.1 esitatust), tuleks kasutada DIN EN 1295-1-s täpsustatud meetodit. Saksamaal kasutatakse enamasti meetodit ATV-DVWK A-127 (DWA-A 127). Soovituslikud läbipaine väärtused võib leida dokumendist CEN/TS 15223.

B.4 Meetodite sobivus suurtele torudele

Dokumentide CEN/TS 15223 ja DIN EN 13476-1 nõuded piirduvad torudega, mille läbimõõt ei ületa 1 200 mm. Toru ja seda ümbritseva pinnase vastasmõju on aga alati üldjoontes sama sõltumata toru läbimõõdust. Selle põhjus on ümbritseva pinnase ülekaal. ATV-DVWK-A 127 (DWA-A 127) kohased arvutused näitavad, et toru läbimõõt mõjutab vaevu pinge- ja läbipaindeanalüüse. Samuti kinnitab seda joonis B.1. Peamine tegur on suurte torude puhul soovitatav suurepärane pinnase ja paigalduse kvaliteet.

