

## **Pružné trubky jsou prý nevhodné pro použití v zemi, protože se deformují.**

Trubky z plastů jsou vyráběny jako relativně tenkostěnné. Rozhodně nejsou určeny k tomu, aby samy nesly zatížení terénem nebo nad nimi projíždějící dopravou. Jejich pružnost jim však dovolí snést různá (vratná i nevratná) přetížení a přitom neprasknout. Posuďte sami:

Po zemi, která se skládá z drobných částecek, mohou jezdit i těžká vozidla, aniž by se do ní zabořila - podmínkou je, že tyto částecčky jsou ve vzájemném dotyku a jedna se opírá o druhou - došlo ke zhutnění zeminy. Taková zemina vykazuje vysokou nosnost, dokonce i když nad ní není zhotovena konstrukce vozovky ze šterku, betonu nebo asfaltu (pokud ovšem nedojde ke změně vlastností, například v důsledku rozmočení po dešti). Právě nosnost dobře zhutněné zeminy využíváme při použití plastových trubek. Trubka samotná unese málo, pokud se však opře o „pevnou“ zeminu, dokáže unést tolik, kolik zemina v jejím okolí. Je pouze na člověku, jak trubce umožní využít schopností zeminy.

Jak se tedy chová taková pružná (**poddajná**) **plastová trubka** v zemi při zatížení:

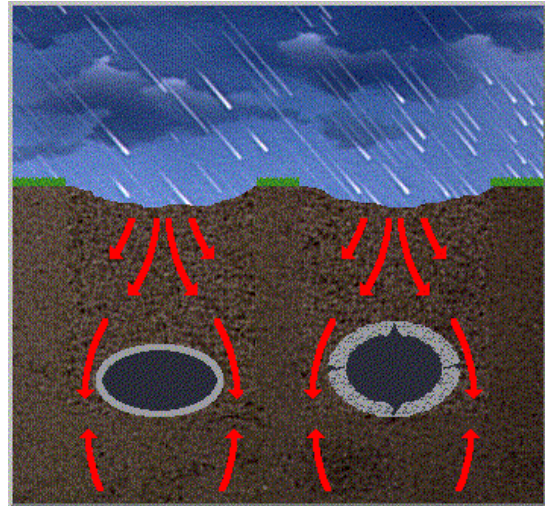
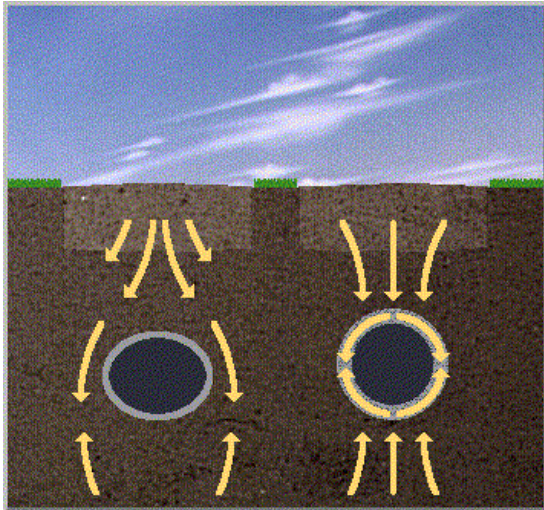
Popišme si to na trubkách pro kanalizaci, protože ty mají nejmenší tloušťku stěn a tedy nejmenší kruhovou tuhost:

Vertikálně zatížená plastová trubka (zeminou, dopravou) se dokáže deformovat (ovalizovat) a tak **rozloží** napětí i do složky horizontální - jednoduše se opře o své okolí. Přitom zemina nad trubkou může sedat na delší dráze než zemina vedle trubky. Část hmotnosti zeminy nad trubkou je tak přenesena třecími silami částecček zeminy mimo trubku - trubka se "zbavuje" zatížení a sama si zeminu po svém boku ještě "hutní".

Praktický důsledek: **chování trubky je ovlivněno chováním zeminy**. Pro trubku samotnou je určujícím parametrem maximální dovolená deformace (resp. maximální přípustné ohybové napětí v její stěně), nikoliv její vlastní únosnost (vyjádřená například jako **kruhová tuhost**). Daleko důležitější roli než vlastnosti trubky hraje druh a stupeň zhutnění **obsypového materiálu**, neboť na něm záleží rozsah následného sedání zeminy a tedy i velikost deformace trubky. Pokud zeminu v okolí trubky při pokládce dobře zhutníme, dojde následně jen k minimální změně průměru trubky - konečná změna je dána především rozdílem sednutí zeminy těsně po pokládce a po následném sednutí daném konsolidací zeminy a například zatížením dopravou. Ovšem dobré hutnění zeminy v jakémkoliv výkopu při jeho zasypávání je nutné k přenesení plánovaného zatížení téměř vždy, a to i kdyby v něm žádná trubka nebyla.

Nikdo si totiž nepřeje pokles vozovky či chodníku, způsobený sednutím málo hutněné, neřku-li nehutněné zeminy.

Na následujících obrázcích je chování pružných trub vždy v levé části obrázku.



Zcela jinak se chovají **trubky tuhé**, jako beton nebo kamenina. V obrázcích jsou tuhé trouby vždy v pravé části: Trubka je daleko tužší než zemina, proto sloupec méně tuhé zeminy v okolí trubky sedá více, než sloupec nad trubkou. Vertikální zatížení „svým“ sloupcem trubka přenáší zase jen vertikálně, ale je kromě dopravního zatížení a zatížení touto zeminou zatěžována ještě dodatečnou silou - silou, vyvozovanou sedající zeminou po stranách trubky. Ta je přenášena nad trubku díky tření vrstev zeminy. Na rozdíl od trubky pružné tedy tuhá trubka na sebe koncentruje zatížení zeminou, přičemž zůstává při nesení této zátěže sama. Nedokáže se deformovat a nevyužije podporu okolí. Zemina v okolí trubky sice část zatížení shora nese, víc si z něj však „bere“ trubka. (zemina sedne, zatížení zbudne na trubce a potom záleží pouze na jejich vlastnostech, zda dojde k destrukci či ne)

Důsledek: Rozhodující veličinou pro tuhé trubky je mez pevnosti trubky, udává se mezní **únosnost ve vrcholovém zatížení** (vrcholová pevnost). Největší síly působí v oblasti vrchlíku trubky a od něj pak v úhlech 90, 180 a 270°, což, jak dokazují kamerové záběry z tuhých potrubí, jsou většinou také místa častého poškození. Tyto trubky praskají při minimálních změnách průměru, jsou ale náchylné i ke zlomení v důsledku podélně působících sil. Pro celkovou kvalitu potrubí je nutné především vysoké zhutnění podkladu trubky v co největším úhlu uložení (nebo obetonování), protože právě podloží musí unést zatížení, jež mu trubka předává.

V praxi se vyskytují i trubky, jejichž chování odpovídá kombinaci obou předešlých chování - tzv. částečně poddajné (trubky Pipelife Jumbo SN 16, tvárná litina). Výsledné vlastnosti systému závisí jak na tuhosti trubky, tak na vlastnostech obsypu.

Z toho co jsme řekli vyplývá i následující „rovnice“

$$\text{Deformace} = \frac{\text{zatížení}}{\text{Tuhost trubky} + \text{tuhost zeminy}}$$

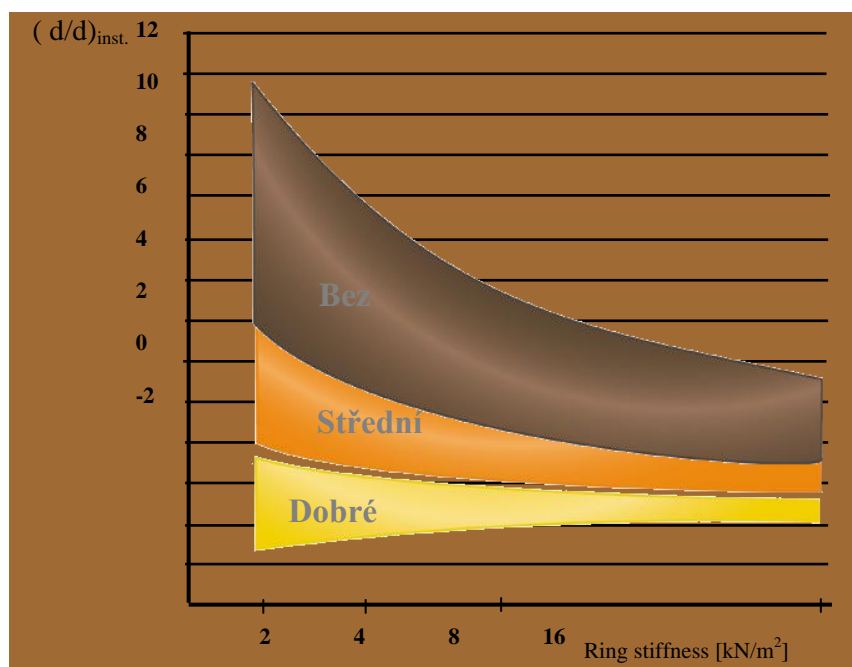
I malá deformace („ovalizace“) u trubek tuhých však znamená vlastně jejich destrukci.

Srovnáme-li chování obou druhů potrubí, vidíme, že v místech, kde kvůli jednorázovému přetížení tuhé trubky de facto existují už natrvalo jen ve formě střepů, dochází v závislosti na stupni hutnění okolí u trubek plastových jen ke vzniku větších nebo menších vratných deformací. Dlouhodobě (prokazatelně 20 - 40 let) trubky z termoplastů snáší i deformace okolo 25 - 30% aniž by se poškodily, snížila jejich životnost nebo došlo k netěsnostem ve spojích. Normy dovolují praktickou deformaci cca 10%, lokálně až 15%.

Jako určující (smluvní) hodnota ve statických výpočtech při projektování pokládky se uvádí maximální dovolená deformace, většinou do 6% vnějšího průměru trubek. Je ale na zákazníkovi - například uživateli systému, jaké deformace při statickém prověření projektovaného kanálu dovolí.

Následující obrázek ukazuje závislost **deformace pružných trub** na jejich kruhové tuhosti a také na provedeném **hutnění zeminy** v jejich okolí (bez hutnění – s hutněním střední kvality - při hutnění pečlivém):

## Deformace trubek po instalaci



Průměrná deformace po instalaci - rozmezí maximálních a minimálních hodnot

Co ještě přináší pružnost trubek:

Z nějakého důvodu přetížené trubky z plastů se mohou deformovat nejen příčně, ale i podélně. A dokážou to dále i jejich hrdlové spoje - při neplánovaném zatížení se vychylují jako články řetězu, aniž by došlo k netěsnosti spojů. Díky pružnosti se však ke spojům dostane jen část působící síly. Tuhé trubky, pokud při přetížení neprasknou, vyrovnávají působení celé síly, opět jako u řetězu, v jediném možném bodě - hrdle. To může přestat těsnit, je však křehké a často také praská. Obojí je zdůvodněním vyššího výskytu netěsných poškozených spojů tuhých trub ve srovnání s trubkami plastovými. Lze to dokázat na záznamech z kamerové kontroly.

Možnost lokální deformace je také jeden z důvodů, proč lze plastové trubky vyrábět ve větších délkách než z betonu či kameniny. (Příklad z přírody: chování rákosu a například pevných dubů ve vichřici - v poměru k výšce hodně tenké stonky rákosu se v celé délce postupně ohnou, ale nezlomí, protože i velká síla se rozdělí na tak malé „dílký“, že je subtilní stéblo snese. Mohutné duby se neprohnují, proto se síla soustředí do jednoho bodu a může být tak velká, že ji nevydrží ani mohutný dub – často se zlomí nebo vyvrátí.)