Problematika navrhování budov na pozemcích, pod nimiž vedou liniové stavby

Ing. Michal Sedláček, Ph.D.

Článek se zabývá častou chybou, které se dopouštějí projektanti při návrhu budov na pozemcích, pod nimiž se vyskytují stávající podzemní liniové stavby (kanalizační stoka, kolektor, kabelový tunel atd.).

Klasický případ z praxe

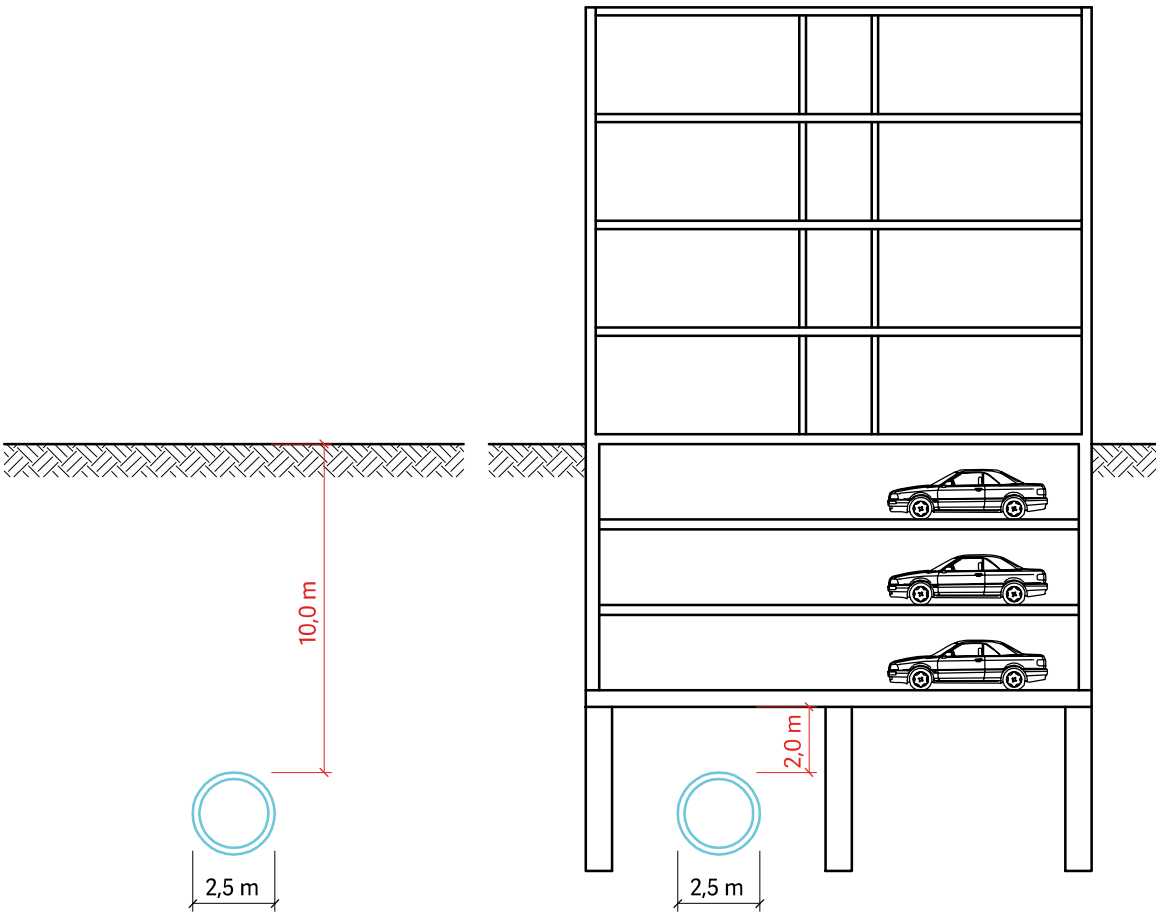
Projektant navrhne bytový dům na pozemku, pod nímž se nachází kanalizační stoka nebo jiná podzemní liniová stavba. Aby nedošlo k přitížení stávající kanalizační stoky nově navrhovanou stavbou, je základová deska bytového domu navržena jako bodově podepřená a piloty slouží jako bodové podpory, které přenesou veškeré zatížení do podloží, mimo kanalizační stoku.

Projektant předpokládá, že když dříve bylo nadloží 10,0 m a nový stav uvažuje s nadložím pouze 2,0 m, tak v podstatě dojde k „odlehčení" stávající kanalizační stoky od zemního tlaku a z tohoto důvodu není nutné se kanalizační stokou dále zabývat, tzn. ověřit její únosnost na nově vzniklé okrajové podmínky. To je ovšem zcela zásadní omyl.

Jak bude následně ukázáno na příkladu, pokud se výška nadloží sníží z 10,0 m na 2,0 m, dojde k nárůstu zatížení na stávající kanalizační stoku o 260 % (tj. 2,6x více) oproti původnímu stavu. Tato skutečnost je dána tzv. klenbovým efektem, který je funkcí výšky nadloží a geotechnických parametrů horninového prostředí, v němž se podzemní objekt nachází.

Klenbový efekt v podzemním stavitelství

Při stanovení zatížení na liniové podzemní objekty, které jsou vybudovány ražením (bez odstranění nadloží), jsou zcela zásadní již zmíněné dva parametry, tedy výška nadloží a geotechnické parametry horninového prostředí. Pokud je výška nadloží dostačující a horninové prostředí má vhodné geotechnické parametry, potom lze zatížení působící na ražený objekt redukovat např. pomocí klenbových teorií (Protodjakonov, Bierbaumer, Terzaghi atd.). Pokud je však výška nadloží příliš nízká, nelze zatížení redukovat a je nutné uvažovat



Obr. 1 *Změna výšky nadloží*

plnou tíhu nadloží, neboť nejsou splněny podmínky pro vytvoření horninové klenby.

Technická norma pro ražené objekty

Pro navrhování ražených objektů platí norma ČSN 73 7501 Navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů. Podle této normy je možné stanovit tlak horninového masivu s využitím klasických hypotéz (Protodjakonov, Bierbaumer, Terzaghi atd.). Takto získaná hodnota je považována za normovou (dnes charakteristickou) hodnotu zatížení f_n.

Pro stanovení extrémního výpočtového zatížení f_d (dnes se používá výraz návrhové zatížení) zavádí norma součinitel spolehlivosti zatížení γ_f, kterým je nutné vynásobit normové (charakteristické) hodnoty zatížení získané podle výše uvedených hypotéz. Pro svislý tlak horninového masivu ve skalních horninách, počítá-li se s klenbovým účinkem nadloží, je $\gamma_f = 1{,}7$. A pro svislý tlak horninového masivu rovný tíze plného nadloží je $\gamma_f = 1{,}1$.

Příklad

Projektant má navrhnout bytový dům na pozemku, pod nímž vede kanalizační stoka, která byla vybudována ražením, tzn. bez odstranění nadloží. Z důvodu maximálního využití pozemku jsou navrženy 3 podzemí podlaží (garáže) a 4 nadzemní podlaží (byty). Stávající výška nadloží nad stokou je 10,0 m. Nově navrhovaná výška nadloží nad stokou je 2,0 m. Pro jednoduchost uvažujme, že horninové prostředí je homogenní a je tvořeno různě tvrdými břidlicemi.

Zatížení na ražený objekt s nadložím 10,0 m:
Vzhledem k dostatečné výšce nadloží je možné použít klenbovou teorii Protodjakonova, vstupní data horninového prostředí:

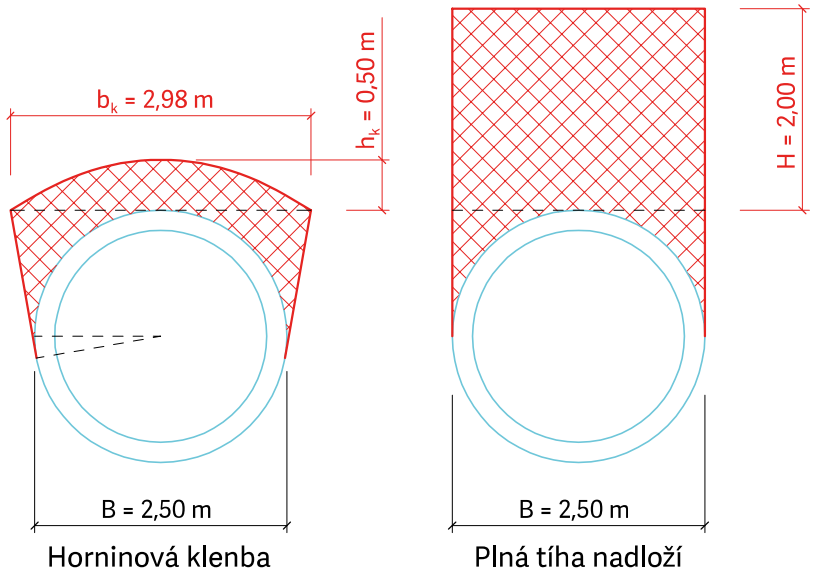
$f_p = 3{,}0$ (různě tvrdé břidlice),
$\varphi_p = 70°$,
$\gamma = 24{,}5$ kN/m^3.

- výška horninové klenby h_k je dána vztahem:

$h_k = b_k / (2 \cdot f_p) = 2{,}98 / (2 \cdot 3{,}0) =$
$= \mathbf{0{,}50\ m}$

- výpočtové svislé zatížení působící na stoku:

$f_d = f_k \cdot \gamma_f = \gamma \cdot H \cdot \gamma_f = 24{,}5 \cdot 2{,}0 \cdot 1{,}1 =$
$= \mathbf{53{,}90\ kN/m^2}$



Obr. 2 *Schéma zatížení*

Zatížení na ražený objekt s nadložím 2,0 m:
Vzhledem k nízké výšce nadloží musí být uvažováno s plnou tíhou nadloží.

- výpočtové svislé zatížení působící na stoku:

$f_d = f_k \cdot \gamma_f = \gamma \cdot H \cdot \gamma_f = 24{,}5 \cdot 2{,}0 \cdot 1{,}1 =$
$= \mathbf{53{,}90\ kN/m^2}$

Hodnota výpočtového svislého zatížení s výškou nadloží 2,0 m je cca 2,6x větší než při původní výšce nadloží 10,0 m.

Závěr

Jak bylo demonstrováno na výše uvedeném příkladu, snížení výšky nadloží může vést k několikanásobně většímu zatížení stávajícího podzemního objektu, než byl původní stav. Z tohoto důvodu je nutné vždy posoudit změnu okrajových podmínek (ztrátu horninové klenby) a v případě zvýšení zatížení na stávající podzemní objekt prokázat jeho mechanickou odolnost a stabilitu výpočtem.

Zdroje

ČSN 73 7501:1993 Navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů.



Ing. Michal Sedláček, Ph.D.
Vystudoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor konstrukce a dopravní stavby. V současné době působí jako projektant ve firmě KO-KA s.r.o. Autorizovaný inženýr v oboru geotechnika a v oboru mosty a inženýrské konstrukce.

English Synopsis

Issues of designing buildings on land under which linear structures are taking place

The article focuses with a common mistake that designers make when designing buildings on land under which there are existing underground linear structures. Reducing the height of the overburden can lead to a load on the existing underground structure that is several times greater than the original state. In the case of increasing the load on the existing underground structure, its mechanical resistance and stability must be proven by calculation.

Klíčová slova: stavby podzemní ražené, stoky kanalizační, geotechnika, klenbová teorie, navrhování staveb
Keywords: bored underground structures, sewers, geotechnics, arch theory, building design