

2 VLASTNOSTI JÍLOVITÝCH ZEMIN

Jílovité zeminy jsou takové, u nichž převážná část zrn je menší než 0,005 mm. Kromě rozměru zrna se však výrazně uplatňuje mineralogické složení. Tím je dána podstatná vlastnost jílu - jíly při stejném zrnitostním složení a stejné vlhkosti se mohou chovat odlišně.

Smršťování zemin je zmenšování jejich objemu při snižování vlhkosti za normálních podmínek (teploty a tlaku) a je vysvětlováno existencí podtlaku v pórové vodě. Tento podtlak může vzniknout působením řady faktorů (např. vysycháním, sáním kořenů vegetace apod.). Zeminy, které jsou obecně trojfázový systém, jsou ve stavu, který je závislý na obsahu vody a tento stav můžeme např. stanovit pomocí Atterbergových mezí (w_L , w_P).

viz str. 2

Zmenšování vlhkosti zemin je tedy provázeno zvyšováním stupně konzistence. Zároveň je však u jílu provázeno i smršťováním, které je charakterizováno změnou objemu a mezí smršťování.

Smršťování zemin je jednou z výrazných vlastností jílu. Její neznalost způsobuje řadu poruch na objektech, především v bytové výstavbě a zvláště na rodinných domcích.

Fyzikální a mechanické vlastnosti jílovitých zemin jsou výrazně závislé od vlhkosti. Nejsou tedy stálé, nýbrž proměnné a jejich proměnlivost lze orientačně posoudit z vodního režimu půdy, stanoveného na základě vodní bilance. Základní rovnice pro bilancování půdní vody v určitém období (t_1 , t_2) a v určitém územním rozsahu má tvar

$$Z_1 + S + P_T + P_Z = E + T + O_T + O_Z + Z_2$$

kde

Z_1, Z_2 - zásoba vody v půdě na začátku (t_1) a na konci (t_2) zkoumaného období,

S - srážky za zkoumané období,

P_T, P_Z - přírůstek vody v půdě povrchovým, resp. podpovrchovým přítokem z cizího území (z jiných zdrojů než srážek),

E - evaporace, tj. výpar půdním povrchem,

T - transpirace, tj. spotřeba podzemní vody kořeny rostlin a její odpařování listím,

O_T - povrchový odtok srážkové vody na cizí území,

O_Z - odtok podzemní vody na cizí území.

Vše vztaženo na zkoumané období (t_1 , t_2).

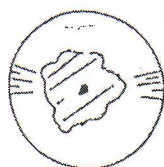
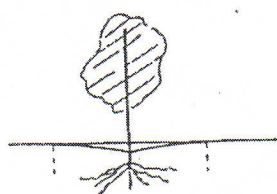
Přírůstek či úbytek zásob vody v půdě za sledované období (t_1 , t_2), tedy je

$$Z = Z_2 - Z_1 = S + P_T + P_Z - E - T - O_T - O_Z$$

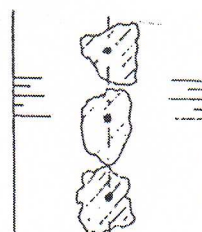
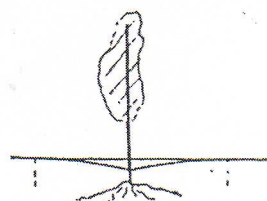
Úbytek vody v půdě nastává tedy primárně evaporací, transpirací, povrchovým a podzemním odtokem vody. Sekundárně pak zmenšením srážek a snížením dotace z jiných povrchových a podzemních zdrojů.

Vzrostlé stromy potřebují značné množství vody k regulaci teploty listů ve vegetačním období (od druhé poloviny dubna do konce října). V tomto období odebírají kořeny stromů z půdy podzemní vodu z plošné oblasti, hloubky a v množství odpovídající druhu stromu, místním podmínkám a dlouhodobým klimatickým poměrům.

Všeobecně se uvádí, že vliv evaporace v našich podmínkách dosahuje zhruba do hloubky 1,5 až 2,0 m. Transpirace stromů způsobuje podstatně intenzivnější vysychání zeminy, zejména v klimaticky suchých obdobích, v nichž stromy zápasí o přežití a svými kořeny odsávají vodu z větších vzdáleností a hloubek. V důsledku nerovnoměrných změn vlhkostí dochází též k nerovnoměrnému smršťování jílu, které ve vodorovných směrech působí potrhání jílu s charakteristickými svislými plochami trhlin, ve svislém směru pak poklesy myšlených horizontálních rovin. Tyto poklesy jsou největší u stromu a se zvětšující se vzdáleností od stromů se zmenšují, až konečně vymizí.



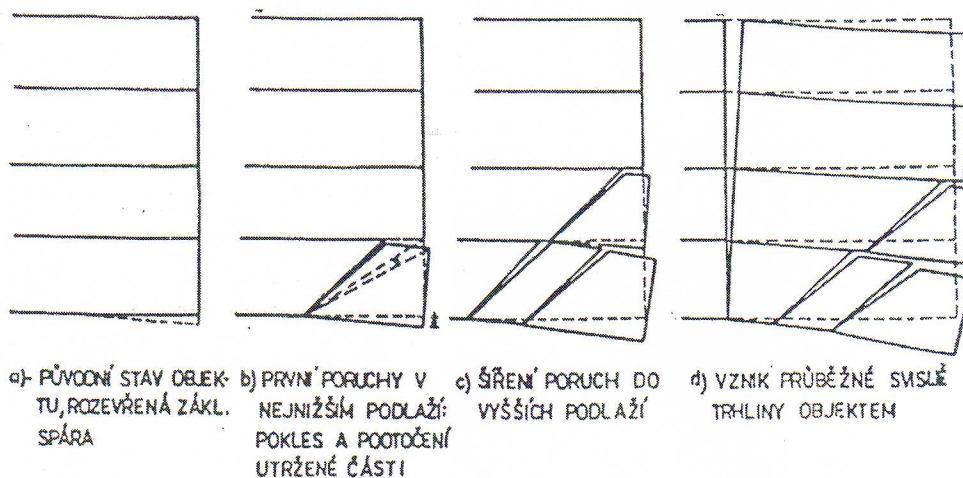
a - vliv jednoho stromu



b - vliv liniově uspořádané skupiny stromů

Obr.1. Poklesové kotliny vzniklé smršťováním jílů vlivem transpirace stromů

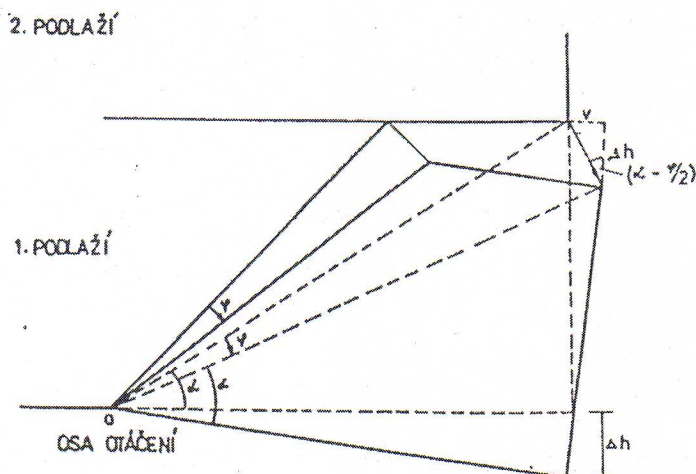
Nachází-li se stavební objekt přímo v oblasti vznikající poklesové kotliny, dochází k poklesu a rozevření základové spáry s následným porušením budovy jak je uvedeno na obr.2.



Obr.2. Mechanismus porušování objektu v důsledku smrštění podzákladové zeminy

Pokud se rozsah poklesové kotliny dále zvětšuje, dochází ke stavu, že se konstrukce v staticky nejslabším místě roztrhne průběžnou svislou trhlinou ve stěnách i stropěch, která umožňuje naklánění celé utržené části objektu (obr.2d). Může vzniknout i více průběžných svislých trhlín. Vytváření šikmých trhlín (obr.2c) se vznikem os otáčení je patrné i na betonových podlahách sklepů, které vykazují více rovnoběžných trhlín, vzniklých zlomením podlahy na vypuklé ploše poklesové kotliny. Poklesová kotlina způsobená vysycháním a smršťováním jílů vlivem transpirace stromů, může nabývat značného rozsahu. V důsledku toho jsou poškozovány stavební objekty

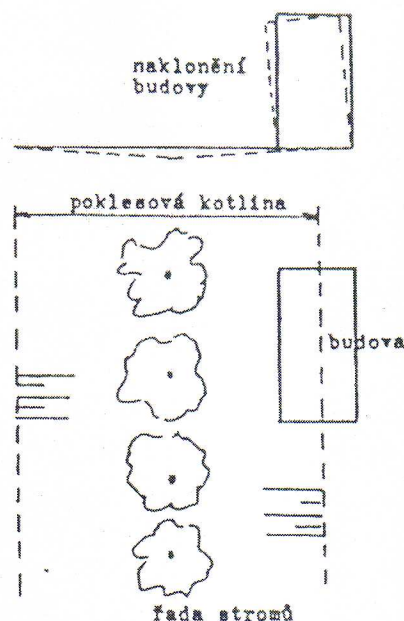
i ve větších vzdálenostech od stromů. Podle Cutlera a Richardsona, např. třešeň a švestka, vysoká 8 m, má dosah poruch až 11 m.



Obr.3. Závislost vodorovného posunu na svislém poklesu Δh utrženého zdiva

Krátkodobá suchá období však mají poměrně malý vliv na vznik poruch, pokud dlouhodobé srážkové poměry jsou normální.

Jestliže zeminy vysychají, stromy od určitého okamžiku začnou mít nedostatek vody, dostávají se do vodního stressu, který časem vede k poškození stromů: usychání větví a vršků stromů, usychání menších stromů ve skupinách, napadení oslabených stromů parazity (ochmetem). Tyto znaky na stromech jednoznačně ukazují na značné vysušení půdy a tím i na nebezpečí vzniku poruch na blízkých budovách.



Obr.4 Budova na poklesové kotlině žlabového tvaru

Vysychání jílovitých zemin vykazuje též známky na terénu, např. poklesem povrchu (patrném u stěn budov), rozpraskáním a roztrháním zeminy z povrchu až do větších hloubek. Nepropustné úpravy povrchu terénu znemožňují průsak srážkových vod do půdy a mohou být jedním ze zhoršujících vlivů podmínek pro vznik poruch.

3 HODNOCENÍ STAVU PORUŠENÝCH OBJEKTŮ

Budovy porušené nerovnoměrným smršťováním podzákladových jílu s různě pokleslými stropy se značně potrháním zdivem vzbuzují u neodborníků obavy ze zřícení. Tyto obavy jsou neopodstatněné. Vysycháním a smršťováním jílu dojde sice

k poklesu základové spáry, současně se však zlepší jejich fyzikální a mechanické vlastnosti. Dochází tedy k paradoxu : zatímco se zlepšují vlastnosti základové zeminy vysycháním (zvětšuje se únosnost, zmenšuje se deformabilita), z téže příčiny však jiným důsledkem (smršťování) dochází k porušení konstrukcí budov.

Vzhledem k zvětšení únosnosti zeminy nemůže tedy dojít k zaboření základů a ke konstrukční havárii budovy a to ani tehdy, když se trhliny soustavně zvětšují a dosahují značných hodnot rozevření 30 až 40 mm. Je však samozřejmé, že takto porušené budovy se nehodí k bydlení či jinému využívání.

Jsou však jiná nebezpečí, která hrozí takto porušeným domům a jejich uživatelům. Velmi vážná nebezpečí představují různá instalační vedení, která v důsledku zvětšování rozevření trhlin se natahují a mohou se roztrhnout. Zatímco poruchy na kanalizačních a vodovodních instalacích mohou být sice nepříjemné, ale nikoliv nebezpečné, mohou mít přerušení plynových potrubí a elektrorozvodů katastrofální následky. Proto při určitém stupni porušení, odpovídajícímu rozvodu a stavu instalací, nezbývá než vyloučit objekt z užívání a uzavřít či odpojit všechny instalační vedení. Při větších vodorovných posunech zdiva může vzniknout nebezpečí zmenšení uložení stropních či schodišťových konstrukcí.

Lze tedy shrnout, že konstrukční poruchy, které vznikají na budovách v důsledku objemových změn podzákladových jílu, jsou sice vážné, ve většině případů však nejsou havarijní. Obvykle lze také porušené objekty opravit.

4 ZÁVĚR

Podle prací J. Seyčka, 1986 u zemin s vysokou plasticitou ($w_L > 70 \%$) je třeba volit hloubku založení minimálně 2,0 m pod terénem. Požadovaná hloubka založení se však týká jen případů vysušování půdy přímým výparem (evaporací).

Případy vysušování od kořenů (transpirace) musí být posuzovány individuálně, neboť u nich hloubkový dosah vysoušení bývá mnohem větší. Průkopnické studie J.Čermáka, J.Kučery a A.Praxe (1981-1985) ukazují, že kořeny stromů jsou vyzbrojeny čidly, která směřují část kořenů tam, kde je v podloží vlhčí nebo zvodnělá poloha. Pod objekty je zpravidla vlhkost jílovitých zemin o 4-5 % větší než v sousedství. Kořeny vyvozují v přijímané vodě podtlak a tím vyvozují i horizontální tahová napětí v zemině a mohou způsobit i vodorovné posuvy základů.

Z uvedeného plyne požadavek, aby listnaté stromy nebyly vysazovány blíž k budovám, než je 2,5 násobek jejich budoucí výšky. U jehličnatých stromů je tato vzdálenost asi jednonásobek jejich budoucí výšky.

Vysazovat stromy blíž, než je doporučeno, se záměrem, že bezprostředně kolem objektů bude udržována vlhká zemina kropením nebo jiným zavodňováním, je nebezpečné. Vlhčí základová půda k sobě přitáhne kořeny stromů a ty pak v době, kdy nebude okolí zavlažováno, snadno proniknou pod budovu.

Návrh sanačních opatření:

Odstranit stromy a listnaté keře, které jsou blíže k budově než je 2,5 násobek jejich vzrostlé výšky.

Sledování chování objektu lze provést různými způsoby:

1. Nejjednodušší, ale současně nejméně přesné, je vizuální sledování.
2. Podstatně přesnější je sledování deformace budovy pomocí sádrových můstků. Na můstcích lze zjistit i nejjemnější praskliny, lze poměrně přesně měřit postup narůstání rozevření trhlin i místní deformace. Po jejich prasknutí je vhodné zaznamenat datum a vybudovat můstek nový.
3. V závažných případech lze deformace budovy měřit osazenými indikátorovými hodinkami.
4. Pro měření výškových změn u budovy se osazují na nárožích venkovního zdiva měřicí výškové body.
5. Ve velmi závažných případech lze provádět sledování změn vlhkostí jílu v blízkosti základů budovy.