Vliv vegetace na podzákladí a stabilizaci terénu

Datum: 8.8.2011 | Autor: doc. Ing. Václav Kupilík, CSc., ČVUT Praha; Fakulta stavební | Recenzent: Ing. Luděk Praus, Lesnická fakulta Mendlovy univerzity v Brně

Stromy a vegetace mohou přispívat ke stabilizaci terénu. Na druhé straně je však třeba znát i jejich negativní vliv na stavby, které mohou způsobit jejich poruchy a tím i škody. A právě tyto problémy jsou předmětem tohoto příspěvku.

Jakékoliv stavební dílo vzniká záměrnou činností člověka na úkor přírody nebo přírodních prvků. K nim náleží i společenstva rostlin (stromy, keře, trávníkové a květinové plochy), která ke svému životu potřebují čas a prostor. Ze všech živých prvků tohoto společenstva jsou to stromy, jejichž čas a prostor vyžaduje maximální hodnoty. Např. listnatý strom potřebuje sto let na to, aby dorostl výšky až do 30 m a šířky koruny nad 30 m. A to se nejedná jen o prostor pro vnímatelnou a viditelnou část, což je kmen a koruna, ale i prostor pro zakryté kořeny, které jsou často stejně mohutné a pro život stromu naprosto nezbytné. Z tohoto důvodu je nutno chránit stávající vzrostlé stromy i jejich životní podmínky, poněvadž není v lidských silách stoletý strom vysadit. Kromě toho stromy a vegetace mohou přispívat i ke stabilizaci terénu. Na druhé straně je však třeba znát i jejich negativní vliv na stavby, které mohou způsobit jejich poruchy a tím i škody. A právě tyto problémy jsou předmětem tohoto příspěvku.

1. SOUVISEJÍCÍ LEGISLATIVA, NORMY A PŘEDPISY

Ústava české republiky (1/1993 Sb.) v čl.7 stanoví, že stát dbá o šetrné využívání přírodních zdrojů a ochranu životního prostředí.

Listina základních práv a svobod (2/1993 Sb.) v čl.35 mimo jiné stanoví, že každý má právo na příznivé životní prostředí a že při uplatňování svých práv nikdo nesmí ohrožovat ani poškozovat životní prostředí, přírodní zdroje, druhové bohatství přírody a kulturní památky nad míru stanovenou zákonem.

Zákon o životním prostředí č.17/1992 Sb. stanoví zásady ochrany životního prostředí a s ní související povinnosti právnických a fyzických osob. Na tento zákon navazuje zákon č.244/1992 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí. Mimo jiné se v něm stanoví povinnost posuzovat z tohoto hlediska změny ve využití území. Na této úrovni se předpokládá, že záměrnými kultivovanými a kvalifikovanými zásahy technického charakteru do krajiny lze docílit zmírnění negativních vlivů změn ve využití území.

Zákon o ochraně přírody a krajiny č.114/1992 Sb. stanoví mimo jiné také to, že předmětem ochrany je krajinný ráz, což znamená podoba krajiny daná přírodními faktory a změnami rozsahu a způsobů využívání území v prostoru a čase.

Zákon č.50/1976 Sb., o územním plánování a stavební řádu, ve znění zákonů č.103/1990 Sb., č.262/1992 Sb., č.43/1994 Sb. a č.183/2006 Sb.(stavební zákon) a související předpisy stanoví mimo jiné rozsah nezbytných informací o území, jehož využití má být usměrněno nebo v němž mají být umístěny stavby. Musí být stanoveno, jak se takové záměry dotknou životního prostředí, přírody a krajiny a jaké jsou jejich limity.

Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č.137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu § 13 (1) stanoví, že negativní účinky staveb a jejich zařízení na životní prostředí, k nimž mimo jiné patří znečišťování vod a zastínění budov, nesmí překročit limity uvedené v příslušných předpisech, např.vyhlášce č.45/1966 Sb. o vytváření a ochraně zdravých životních podmínek, ve znění pozdějších předpisů. Obdobné požadavky jako jsou uvedené v §13 (1) Vyhlášky č.137/1998 Sb. jsou zdůrazněny v čl.13 (3) Vyhlášky hl.m.Prahy č.26/1999 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze.

ČSN DIN 18 920 Sadovnictví a krajinářství. Ochrana stromů, rostlinných porostů a ploch pro vegetaci při stavebních činnostech patří k nejvýznamnějším zpracovaným normám na ochranu dřevin při všech stavebních činnostech. Norma je určena jednak k ochraně jednotlivých dřevin a rostlinných porostů, jednak k ochraně ploch navržených pro vegetaci.

2. PODMÍNKY PRO RŮST DŘEVIN

Dřeviny stejně jako každý živý organismus musí mít pro svoji existenci odpovídající podmínky, mezi něž patří dostatečné množství živin v půdě, vhodné složení atmosférických plynů a dostatek vody. Je-li v daném prostředí kterýkoli z potřebných komponentů v deficitu, je žádoucí vývoj organismů ohrožen a mohou nastat vážné problémy.

Nová sídliště jsou obvykle založena na půdách s dostatkem minerálních látek, takže obsah živin v substrátu bývá obvykle dostatečný. V opačném případě je možno deficitní prvky aplikovat dodatečně. Na nestabilizovaných a heterogenních navážkách mohou působit problémy nevhodné mechanické vlastnosti půdy. Také omezené provzdušnění půdy, ať již vysokou hladinou spodní vody nebo umělými zábranami (např. zalití okolí stromu asfaltem či betonem), stejně jako nadměrné zhutnění půdního profilu (např. pohybem stavebních mechanismů) má negativní vliv na kořenový systém mnoha druhů dřevin.

Nezbytným předpokladem existence zelených rostlin je vedle živin, odpovídajících světelných a tepelných podmínek i dostatek disponibilní vody. Všechny tyto komponenty umožňují pomocí listové zeleně průběh asimilačních biochemických pochodů, které jsou zdrojem budování biomasy a tím i růstu a vlastní existence rostliny. Jedním z produktů těchto biochemických reakcí je pak tvorba kyslíku, prvku zcela nezbytného pro život živočichů. Také transpirační procesy s tím spojené se složitými cestami promítají do distribuce vzdušné vlhkosti a ovlivňují tak kvalitu životního prostředí člověka.

Kvantita vody, kterou strom získá z půdy ke svému růstu, je ovlivněna jednak jeho kořenovým systémem, jednak plošným rozsahem jeho kořenění - půdorysem kořenů a jejich hloubkou. Strom může svými kořeny zasahovat jak do fyziologicky mělkých půd, tak i do větších hloubek, kde se může vyskytovat podzemní voda. Přizpůsobení vzrostlých stromů změně vnějších podmínek může trvat i několik let, přičemž si jednotlivé druhy zachovávají určitý charakter kořenového systému - tabulka 1 [1].

Ze statického výpočtu vzrostlého stromu jakožto vetknutého nosníku lze snadno odvodit jak mohutný musí kořenový systém vzrostlého stromu být, má-li zabezpečit vzrůst a stabilitu biomasy, dosahující hmotnosti mnohdy až několika tun, a to i v extrémních povětrnostních podmínkách (vichřice, sněhové kalamity nebo jejich kombinace), nebo při variabilitě půdních podmínek (např. při kolísání hladiny podzemních vod a tím i ke kolísání významných parametrů půdní soudržnosti.

Rozměr kořenů	Rozmezí	Druhy
Hloubka	Povrchové (do 30 cm)	smrk, osika
	Střední (do 1 m)	bříza,babyka,habr,jírovec,jeřáb,olše,topol,vrba,javor mléč
	Hluboké (přes 1 m)	**jasan,** dub, buk, jilm, borovice, jedle, modřín, klen
Délka	Krátké (do 3 m)	olše, ptačí třešně
	Střední (do 6 m)	bříza, habr, jeřáb, vrba, babyka, střemcha, javor mléč
	Dlouhé (přes 6 m)	**jasan,** dub, buk, jilm vaz, smrk, jedle, borovice, modřín, osika, javor klen, topol, jírovec, lípa

Tabulka 1. Kořenový systém nejběžnějších jehličnatých a listnatých stromů

Množství vody odebírané z půdy ovlivňuje především hustota kořenového systému - tj. celková délka kořenů v jednotce objemu půdy v přepočtu na jednotku plochy povrchu půdy a rychlost růstu. Podle [1] rozeznáváme 3 druhy prokořenění (tabulka 2) a 3 typy rychlosti růstu (tabulka 3).

Řídké prokořenění (do 100 $m.m^{-2}$)	bříza, habr, javor, jeřáb, jilm, olše, smrk, borovice,modřín
Středně husté (do 300 $m.m^{-2}$)	dub, buk, jírovec, babyka, klen, lípa, topol, vrba, střemcha
Husté prokořenění (do 600 $m.m^{-2}$)	**jasan**

Tabulka 2. Druhy prokořenění

Dřeviny rychle rostoucí	bříza, jírovec, osika, střemcha, topoly, vrby, olše, borovice, modřín
Dřeviny středně rychle rostoucí	dub, habr, jasan, jeřáb obecný, jilm, jedle, lípa, smrk
Dřeviny pomalu rostoucí	**buk, javor mléč, javor klen, babyka**

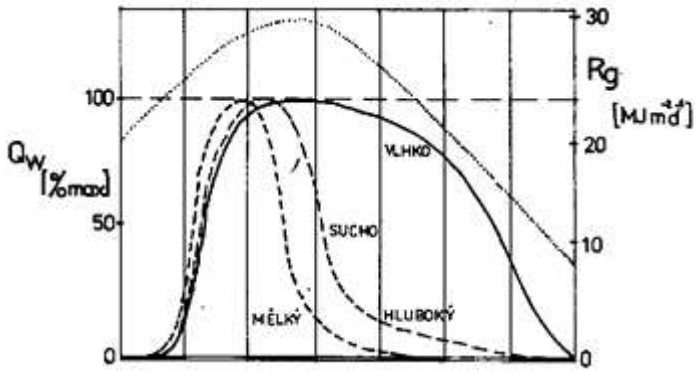
Tabulka 3. Dřeviny z hlediska rychlosti vzrůstu

Keře nemají ve srovnání se stromy tak veliké nároky na prostor, avšak přesto jejich technické znaky jsou rozhodující pro jejich výběr v konkrétním případě - tabulka 4.

Označení keřů	Výška [m]	Hloubka kořenů [m]	Hustota [$m.m^{-2}$]	Velikost prokořeněné plochy [m]
Bez černý	4,5	0,3	-	1,0 x 1,0
Brslen evropský	1,0	0,7	630	1,4 x 1,1
Čimišník stromovitý	4,0	0,6	660	1,4 x 1,1
Dřišťál obecný	2,0	0,45	70	1,0 x 0,6
Kalina obecná	4,0	1,1	870	1,0 x 0,7
Krušina obecná	3,0	0,85	580	1,1 x 1,7
Líska obecná	6,0	0,45	65	5,2 x 2,0
Ptačí zob obecný	3,0	0,85	590	1,6 x 1,3
Rakytník řešetlákovitý	6,0	0,4	-	3,8 x 3,8
Řešetlák počistivý	3,0	0,6	55	4,5 x 3,0
Skalník obecný	1,7	0,5	-	2,5 x 1,4
Svída krvavá	5,0	1,4	200	4,5 x 2,8
Šeřík obecný	5,0	1,4	290	111,2 x 0,8
Štědřenec odvislý	4,0	0,6	-	0,2 x 0,2
Tavolník vrbolistý	2,0	2,0	250	0,8 x 0,6
Vrby křovité	2,0	4,0	-	-
Zimolez černý	2,0	2,0	120	2,0 x 1,0
Zimolez obecný	4,0	1,8	95	1,0 x 0,6
Žanovec měchýřník	5,0	5,0	220	2,8 x 1,75
Židoviník	1,5	1,5	-	-

Tabulka 4. Technické znaky některých keřů [4]

Koruny stromů jsou vystaveny slunečnímu záření, které zejména v letním období dosahuje vysoké intenzity- např. za bezoblačného dne v poledne intenzita sluneční radiace na horizontální ploše dosahuje asi 800 $W.m^{-2}$, resp.asi 25 $MJm^{-2}.den^{-1}$. Stromy rostoucí v lese jsou převážně zasaženy jen horním přímým osvětlením, u stromů solitérních naproti tomu působí navíc i boční osvětlení. Proto v případě solitér mohou světelné požitky dosáhnout koeficientu až 1,5. S tím se i úměrně zvětšuje spotřeba vody na transpiraci.



Obr.1. Průběh transpiračního proudu Q_w za teoreticky bezoblačného počasí ve vegetačním období při sluneční radiaci R_g.

Další zvýšení odběru vody se vyskytne u stromů v blízkosti ploch odrážejících sluneční radiaci, např. u zdí budov. Nejlépe spotřebu vody charakterizuje průběh transpirace během vegetačního období v závislosti na sluneční radiaci a vlhkostních podmínkách v půdě, jak to dokazuje následující graf na obr.1 Jak je z grafu patrné, stromy s hlubokým a mělkým zakořeněním mají odlišný průběh. V případě zajištění dostatečného množství vlhkosti v půdě z hlediska transpirace vykazují oba typy kořenového systému chování obdobné.

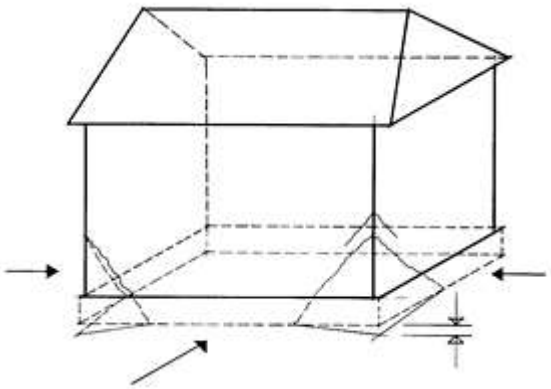
Nebude-li půda obsahovat dostatek fyziologicky přístupné vody vlivem suchého léta a vyčerpáním zásoby vody ze zimy, dojde k vodnímu stresu, při němž se transpirace prudce snižuje i při značných evaporačních požadavcích atmosféry. Při tom dochází k většímu zahřívání a vysychání listů, což vyvolává narušení fyziologických pochodů. To v krajních případech může vést k trvalému poškození stromů.

3. NEGATIVNÍ VLIV VEGETACE NA STAVEBNÍ OBJEKTY

Každou stavbou se více či méně neprodyšně zabírá a uzavírá povrch půdy, kde vyrůstaly trávy, byliny, keře nebo stromy. Tato vegetace působí na člověka velmi pozitivně. Na druhé straně však především dřeviny, které po dokončení stavby zůstaly, mohou mít na dokončenou stavbu i negativní vliv, zejména ve spodní části staveb.

3.1. Vysychání a smršťování základového podloží

Transpirace a evaporace působí na vysychání a smršťování jemnozrnných půd, především jílů. Smršťování zemin se velmi nepříznivě projevuje na stavbách, které jsou mělce založeny. Voda může být ze základového podloží odebírána kořenovým systémem dřevin, který zasahuje pod základy staveb. Navíc, zvláště v dlouhotrvajícím teplém období, voda ze spodních vrstev se dostává v závislosti na jejich propustnosti k povrchu terénu, kde může dojít k jejímu odpařování. Při tomto procesu se zemina smršťuje, a zasahují-li tyto objemové změny pod základ staveb, objekty sedají a podle tuhosti jejich nosných konstrukcí i trhají.



Obr.2: Spadlé rohy porušeného objektu vlivem smršťování jílů

Právě v období dlouhotrvajícího sucha bývají někdy poruchy na stavbách mylně přičítány sesouváním svahů. Poruchy vlivem smršťování lze snadno identifikovat např. podle odtržených rohů staveb, které jsou orientovány k jihu. Slunce nejvíce ozařuje terén se zeminou, nacházející se pod rohy vnějších stěn, které jsou situovány zejména od východu k jihu a od jihu k západu. V důsledku tohoto vysušování zemin se rohy obvodových stěn mohou utrhnout. U starších objektů se těmto poruchám bránilo zesílením rohů mohutnými pilíři. Naopak nejméně je půda vysušována u vnějších rohů umístěných v pásmu od východu k severu a od severu k západu, kde je pravděpodobnost trhlin menší. Schématicky lze poruchy demonstrovat na obr.2.

Smršťování jemnozrnných půd, které mohou být reprezentované jíly se v našich poměrech projevuje až do hloubky 1,3 až 1,5 m (výjimečně až do hloubky 4 m v některých oblastech Severočeského kraje - např. Ústí nad Labem). Z tohoto důvodu je třeba zakládat stavby až do těchto hloubek nebo v kritickém období zajistit vlhkost v jílových vrstvách v podzákladí. Z dřevin nejvíce odsávají spodní vlhkost topol,olše, jasan, klen nebo jilm, které jsou v blízkosti objektů. Z tohoto důvodu významnou úlohu pro riziko vzniku trhlin na fasádách hraje vzdálenost dřevin od líce staveb.

3.2. Rozmístění dřevin vzhledem k obklopujícím stavbám

Z hlediska založení stavby je vhodné, aby se stromy sázely od líce objektů ve vzdálenosti dvou až tří výšek vzrostlých stromů. Způsob zástavby musí být navržen tak, aby uchované prostory neomezovaly přístup světla do obytných místností. U stromů dosahujících středních rozměrů musí být minimální vzdálenost kmene od průčelí 8 m. Na obklopujícím svahu je možno vysazovat stromy jen při sklonu 1:2 nebo mírnějším.

Zásadně by měly být zachovány pouze druhy, kterým dané stanoviště vyhovuje. Proces nahrazení nevhodných dřevin vhodnými nelze paušálně stanovit, ale je třeba postupovat ve spolupráci s odborníkem. Doporučené minimální vzdálenosti stromů od objektů a zařízení jsou uvedeny v tabulce 5 [5]. Tyto údaje platí pro stromy s průměrem koruny do 5 m, pro větší průměr musí být odstupy zvětšeny.

Objekty a zařízení	Minimální vzdálenost od osy	
	kmene stromu	keře
Venkovní stěny	5 m	1,5 m
Kraj dopravního pruhu	2 m	1,0 m
Sloup vedení všech druhů sítí	4 m	-
Základ nebo vnitřní hrana opěrné zdi	3 m	1,0 m

Tabulka 5. Minimální doporučené vzdálenosti dřevin od budov a venkovních zařízení

Anglické předpisy doporučují sázet stromy od líců stěn teprve ve vzdálenosti rovné výšce dospělých jedinců - týká se to nepodsklepených objektů, kde mohou kořeny vnikat pod základy a mělce založený objekt se pak může potrhat.

Aby stromy mohly plnit svoji funkci bez ničivých účinků na své okolí, je nutno se při jejich vysazování a ošetřování řídit těmito zásadami:

- zajistit dodávku vody pro stromy a keře, a to nejen zabezpečením volného přístupu srážek k půdě na ploše půdorysu korun, ale i přísunem vody v případech mimořádného sucha;
- zajistit odbornou péči a kontrolu zdravotního stavu stromů a porostů;
- výběr dřevin provádět jak z hlediska architektonického, tak s ohledem na biologické vlastnosti dřevin.

3.3. Opatření ve spodní části poškozených objektů smršťováním k zajištění jejich provozu

Porušené objekty smršťováním podloží lze opět zprovoznit těmito opatřeními:

a) opatření zabraňující pokračování smršťování podloží nebo zajišťující konstantní popřípadě i původní vlhkostní režim jemnozrnných půd:

- provedení vodorovné nepropustné vrstvy kolem objektů ve vzdálenosti cca 4 m, a to buď na povrchu (např. nepropustný asfaltový koberec, vozovka, chodníčky) nebo pod povrchem (např. vložená neprodyšná fólie);
- provedení vhodných vsakovacích drenáží po obvodu objektů pro zásobování podloží vodou v době sucha;
- provedení potřebného zásahu do přilehlého porostu;

b) opatření vztahující se na opravy objektů:

- výplň rozevřených spár v základech vhodným materiálem;
- výplň rozevřených trhlin ve zdivu cementovou maltou;
- zvýšit tuhost objektu jejich sepnutím v podélném i příčném směru předpjatými táhly,
- kontrola, popřípadě oprava instalačních rozvodů a jiné druhy oprav;

c) kontrolní měření umožňující zjistit pokračování poklesů a vznik nových trhlin, popřípadě i uměny vlhkostních poměrů v podzákladí.

Při výstavbě na objemově nestálých jílech je zapotřebí, aby již v rámci inženýrsko-geologického průzkumu a ve stadiu zpracovávání projektové dokumentace byly dodržovány tyto zásady:

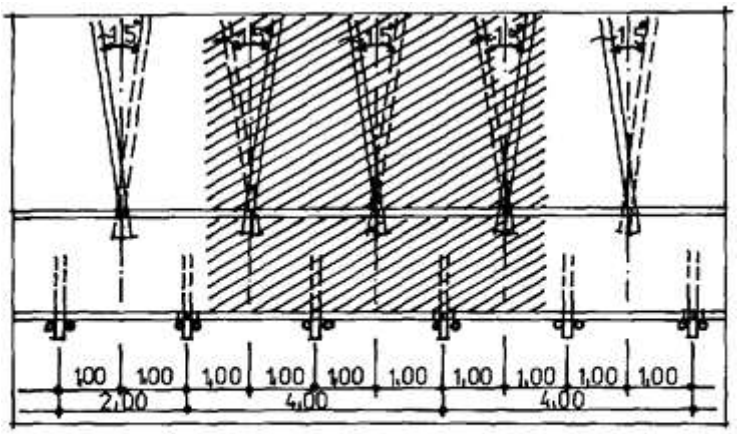
a. v rámci inženýrsko - geologického průzkumu je nutno analyzovat citlivost jemnozrnných půd v podzákladí na jeho vlhkostní režim;
b. v návrhu základů je třeba zahrnout taková řešení, která zajišťují neměnný vlhkostní režim jílů pod základy v rozsahu celého půdorysu objektu;
c. objekty je nutno zakládat v takové hloubce, která je mimo dosah evaporačního účinku. Dále v rostoucí vegetaci je třeba provést odborný zásah vylučující negativní působení transpirace stromů na podloží staveb;
d. v případě, kdy se nepodaří eliminovat nerovnoměrné vysychání jílů pod objektem, je třeba základy i konstrukční systém objektu navrhnout s takovou tuhostí, umožňující i při lokálním rozevření základové spáry vynášet působící svislé zatížení bez vzniku trhlin na objektu (konzolovým účinkem). Bude-li v základové konstrukci použito pilot, je třeba počítat s tím, že zatížení z piloty se bude přenášet na zeminu až v hloubce pod úrovní možného vysychání jílů nebo pod úrovní vlivu kořenových systémů stromů, které se v blízkosti objektu nacházejí.

4. OZELENĚNÉ SVAHY A JEJICH STABILITA

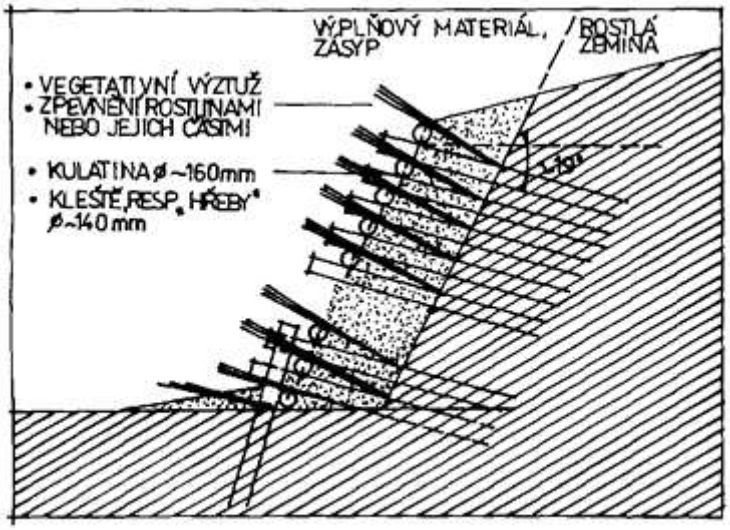
Pro zpevnění svahů mimo oblast vodotečí často postačí místo těžkých umělých staveb (úhlové a tíhové stěny, spouštěné studny nebo prostorové mříže z betonových prefabrikátů atd.) pouhé osázení vhodně volenou vegetací za současného odvedení jak povrchových, tak i podzemních vod a pramenů. Zpevňovací systémy s využitím vegetace lze rozdělit na:

a. kombinované způsoby,
b. plošné krycí způsoby,
c. stabilizační způsoby výstavby,
d. zajišťování paty svahů.

4.1. Kombinované způsoby



Obr.3: Horizontální pohled na vegetační stěnu

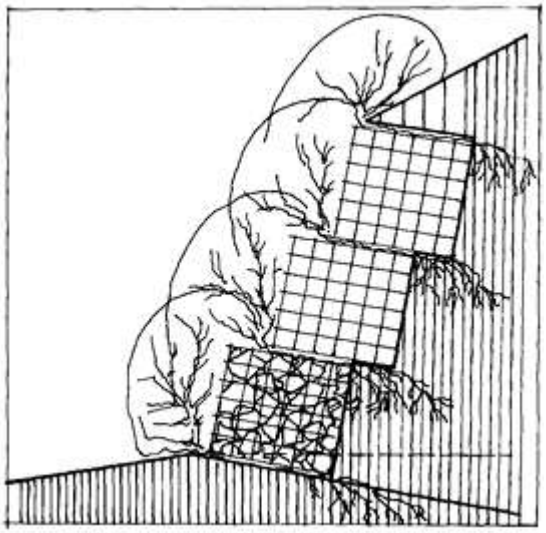


Obr.4: Svislý řez vegetační stěnou

Podpůrné stavby mohou kombinovat materiály anorganického a organického původu, ať již živé nebo neživé. Slouží tak obvykle ke stabilizaci umělých zemních staveb během a těsně po jejich ukončení. U nich se sleduje především podpora tvorby kořenového systému těmito možnostmi:

a. vegetací a jejich částmi zpevněné stěny z organického materiálu mají za základ do svahu raženou stěnu z dřevěné kulatiny, která se zpevní rostlinami. Tahové tyče jsou obvykle zaráženy do svahu pod nízkým sklonem (cca 7,5°) od vodorovné roviny (obr.). Vodorovně se pak na svah osadí kulatina, která bude zajištěna zaraženými kolíky (obr.4).
b. rostlinami zpevněné drátěné klece plněné hrubým štěrkem a zavázané silným žíhaným drátem se do svahu kotví ocelovými trny. Potom se zpevní větvemi a dřevinami, vloženými jak do klecí, tak i mezi ně, a to až do rostlé zeminy (obr.5). Rostliny nemají na povětrnostní straně vyčnívat více než 300 mm, aby se zabránilo nadměrnému vysychání. Uvedený způsob stabilizace svahů je především vhodný tam, kde je v dostatečném množství k dispozici hrubý štěrk z místních zdrojů.
c. rostlinami zpevněné rovnaniny a zdivo na sucho se provádí vkládáním odpadového organického materiálu z těžby (větví, klestu atd.) do spár zdiva. Části vegetace musí zasahovat až do rostlé zeminy, aby tak mohlo dojít k jejich zakořenění (obr.6). Obdobně jako v předchozím případě větve by neměly přesahovat před líc zdiva o více než 300 mm.
d. zaplňování erozních rýh ve svahu v závislosti na jejich šířce se postupně zdola opatří jednou nebo několika řadami kolíků, do kterých se zaváží větve s listím nebo jehličím, takže se celý profil rýhy zaplní. Tím se další erozní činnost vody zastaví a naopak se celý prostor rýhy postupně zaplní připravenou sutí a hlínou. U mělkých povrchových rýh často stačí položení drnů a jejich zakotvení kolíky.

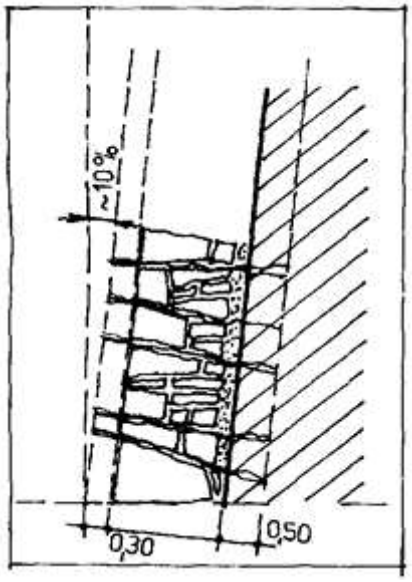
4.2. Plošné krycí způsoby



Obr.5: Svislý řez drátěnými koši

Ochrana rovinných i svahových ploch bez vegetace před vlivem eroze spočívá ve zpevňování pomocí síje, osázení nebo položení celých vegetačních segmentů (např. drnů) nebo dnes velmi rozšířených zatravňovacích tvárnic. Pro jednotlivé varianty platí následující postupy:

a. pokládání drnů se má provádět ze čtverců velikosti cca 400 x 400 mm při ručním nebo 1 m x 1 m při strojním těžení v pokud možno blízké lokalitě a bez meziskládky. V případě nutnosti meziskládky je třeba aplikovat způsob líc na líc a rub na rub, a to do výšky max. 600 mm. Při tom skladování může být jen krátkodobé. Na svahu se kladou drny shora dolů a podle potřeby se fixují kolíky nebo ocelovými trny.
b. síje se provádí převážně na čerstvých svazích bez vegetace buď přímo nebo formou rohoží ve dvou vrstvách s vloženým osivem. Pro tento účel musí být svah opatřen dostatečně tlustou a vyrovnanou vrstvou zeminy a rohože musí být zakotveny do podloží.



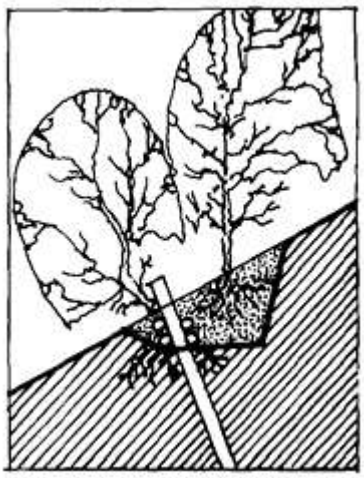
c.

Obr.6: Zpevněná rovnanina s použitím rostlin

zatravňovací tvárnice se kladou na vazbu na připravený podklad (zahradnické substráty) v rovině nebo na svahu, otvory se vyplní zeminou a osejí. Je-li svah strmější, musí se tvárnice kotvit cca 1 x na 1 m^2. někdy se tento způsob kombinuje se dřevinami.

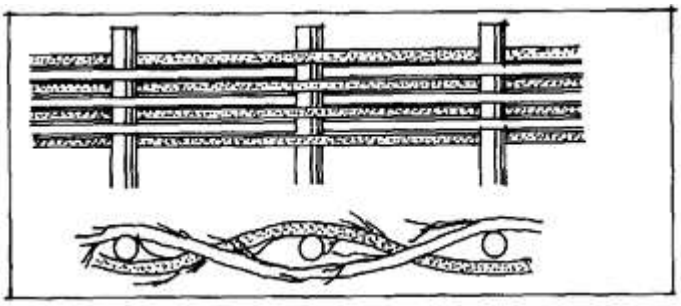
4.3. Stabilizační způsoby výstavby

Kromě výše uvedených způsobů může být prováděna stabilizace do hloubky bez dlouhodobých mechanických upevňovacích prostředků. Její funkční schopnost narůstá v přímé závislosti na tvorbě a rozsahu kořenového systému. K nejrozšířenějším stabilizačním metodám patří:



Obr.9: Svislý řez rýhou s vegetací

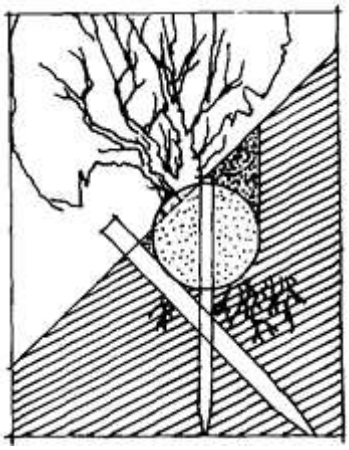
a. živý plot z propletených křovin: zřizuje se v rýze hluboké 100 až 300 mm, do níž se zatloukají kolíky Ø 30 až 100 mm a délky 600 až 700 mm ve vzájemné vzdálenosti cca 250 mm. Do takto připravené řady se zaplétají pruty v počtu 3 až 7 kusů a následně se celé pletivo zasype (obr.7);
b. svahové sutě: jsou v podstatě tvořeny živými hatěmi (tj. svazky z prutů nebo větví o Ø do 80 mm), kladenými do vodorovně vedených, 200 až 400 mm hlubokých rýh a kotvenými cca 600 mm dlouhými kolíky (obr.8);
c. vegetace v rýhách: je založena na osázení růstu schopných a odolných prutů, vždy po 3 kusech do vodorovné rýhy se dnem ve sklonu asi 30°, šířky 300 až 600 mm a hloubky 200 mm. Tyto pruty se osadí na dolním okraji rýhy a zajistí kolíkem. Na horním okraji se pak do rýhy zasypané zeminou vysází dřeviny (obr.9). Metoda je však poměrně nákladná, a proto nepříliš častá;



Obr.7: Živý plot z propletených prutů

d. vrstevnaté zajištění sypaných svahů: se postupně provádí od paty svahu výkopem rýh ve vzájemné vzdálenosti 1,5 až 3,0 m a v šířce 0,5 až 0,7 m. Na spodním okraji má rýha protisvah asi 10 až 45°. Do takto připravené rýhy se osadí větve nebo dřeviny tak, aby cca z 25 % vyčnívaly nad terén, a pak se zasypou výkopkem z následující rýhy (obr.10);

e. stabilizace pomocí řízků: je založena na zpevňování pomocí nerozvětvených výhonků, z nichž se v zemině vyvine rostlina. Vysazují se nepravidelně v množství 2 až 5 kusů na m^2 tak, aby ze svahu vyčnívalo jen cca 25 % délky. Tím se zabrání vysychání výhonků. Vrbové proutky je možno vysazovat jen v nezatravněných místech. Použití této metody je vhodné i pro svahovou dlažbu na sucho.

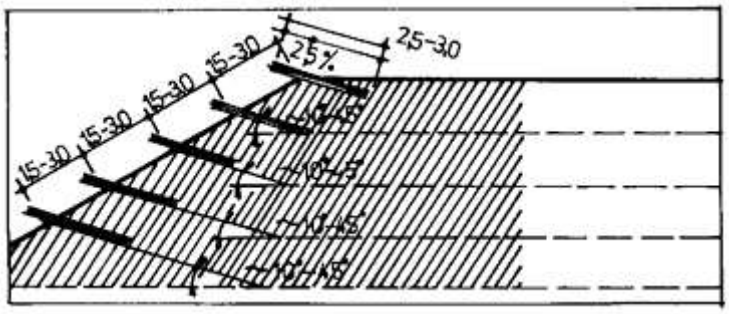


Obr.8: Svislý řez svahovými hatěmi

Důležitý je způsob odběru, dopravy, skladování a celkové ošetření vhodného vegetativního i generativního materiálu, aby bylo zajištěno jeho ujmutí.

4.4. Zajišťování paty svahů

Zajištění paty svahu proti podemílání se provádí několika způsoby v závislosti na stupni ohrožení, např.:



Obr.10: Vrstevnaté zajištění sypaných svahů

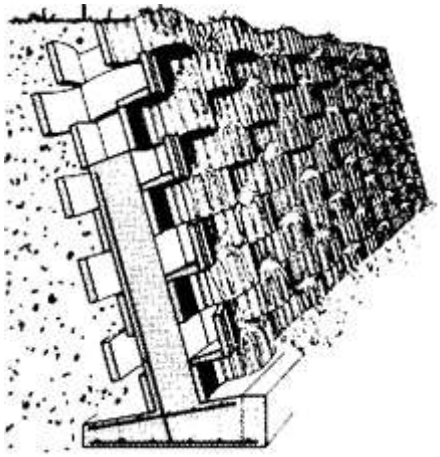
- dřevo z čerstvě poražených kmenů jehličnatých dřevin v délkách a tloušťce podle rozsahu škody - poloha kmenů se zajišťuje pomocí dřevěných kolíků nebo ocelových trnů,
- hrubé válce a štěrkové válce, tvořené drátěnou sítí o velikosti ok 50 až 60 mm a drátem tloušťky 3 až 3,5 mm, které se naplní štěrkem, popř. se ještě vyztuží čerstvými větvemi z jehličnatých stromů,
- haťové válce z větví, svázané rádlovacím drátem do těles válcovitého tvaru v délce asi 4 m a průměru 250 až 400 mm.

5. OZELENĚNÉ OPĚRNÉ STĚNY A JEJICH STABILITA

V zemních stavbách se často vyskytují umělé stavby z kamene, betonu jak prostého, tak vyztuženého, ale v posledním období i předpjatého. Je třeba, aby umělá stavba byla řádně napojena nebo včleněna do zemního tělesa a vytvořila tak správný přechod z jedné do druhé. Při tom hraje významnou roli i estetický vzhled, který je velmi často dotvářen rostlinstvem.

Z objektů v zemních stavbách se pro zachycení zemních tlaků nejčastěji vyskytují opěrné, zárubní a obkladní stěny.

5.1. Ozeleněné opěrné a zárubní stěny



Obr.11: Šikmá železobetonová opěrná stěna s ozeleněním

Opěrné i zárubní stěny zachycují boční zemní tlaky z přilehlých svahů. Opěrné stěny mívají v příčném řezu lichoběžníkový tvar se sklonem líce 1 : 1/5 až 1 : 1/6. Jejich rubová stěna bývá většinou svislá a je buď v přímém kontaktu se zeminou, nebo mezi zeminou a rubovou stěnou může být navíc kamenná rovnanina. Opěrné stěny se zřizují tam, kde:

- je nutno zachytit násypové boky,
- nelze zhotovit násypový svah v obvyklém sklonu pro nedostatek místa,
- je cílem získat lepší vzhled v zastavěných částech.

Zárubní stěny zabezpečují výkopové svahy, tj. rostlou půdu (zemní tlaky jsou obvykle menší než u opěrných stěn). Jejich celkové uspořádání a tvary jsou obdobné jako u opěrných stěn, avšak vzhledem k jejich působícímu menšímu zemnímu tlaku mají menší rozměry. Kromě lichoběžníkových tvarů se někdy uplatňují železobetonové stěny (např. tvaru L), které jsou ve srovnání s masivními štíhlejší (využívají ohybové pevnosti vyztuženého betonu) a mohou v kombinaci s ozeleněnou lícovou stěnou navíc působit lepším estetickým dojmem (obr.11). Jindy mohou být svahy zabezpečeny terasovitě s použitím prefabrikovaných prvků a výplňové zeleně (obr.12).

5.2. Ozeleněné obkladní stěny

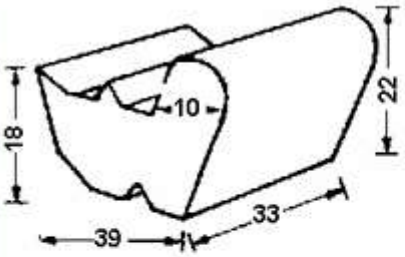
Obkladní stěny se provádějí tam, kde je nutno zabezpečit výkopové svahy ve zvětralých skalách. Mají tak zabránit dalšímu zvětrávání a uvolňování kamenů. Jsou ze všech uvedených typů nejtenčí, poněvadž nepřenášejí žádné tlaky, nýbrž jen chrání skalnatý zvětralý svah. Právě v této nestatické funkci mohou být ozeleněné stěny velmi vhodné, a to především z dutých prefabrikovaných dílů, které se vyplní zeminou (obr.13), takže mohou vznikat různá pohledová seskupení (obr.14).

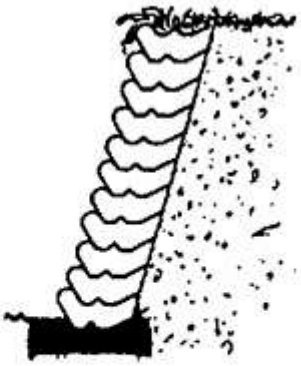
6. OCHRANA DŘEVIN PŘI STAVEBNÍCH PRACECH

Při průběhu stavebních prací na dřeviny, ale především na stromy nejvíce působí tyto vlivy:

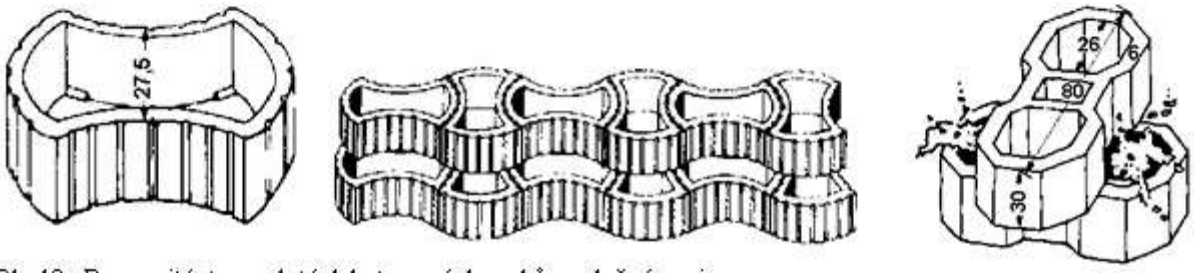
a. zřizování základů a výkopové práce,



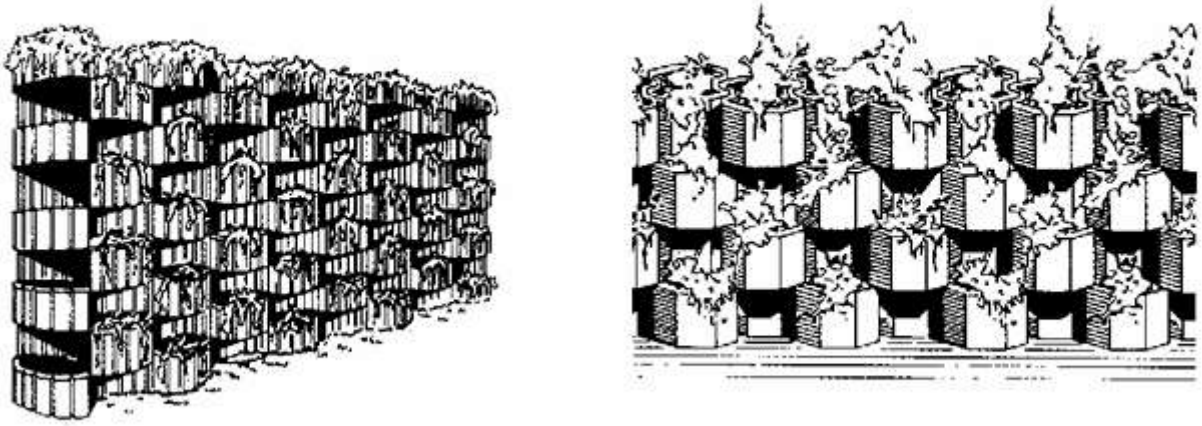




Obr.12: Terasovité opevnění z betonových bloků s výplňovou zelení



Obr.13: Rozmanité tvary dutých betonových prvků vyplněné zeminou



Obr.14: Příklady prostorových seskupení ozeleněných stěn s použitím dutých prvků

b. navážky a skrývky zeminy,
c. zhutnění půdního profilu,
d. mechanická poškození,
e. kolísání hladiny spodní vody,
f. uvolňování stromů z porostu,
g. oheň a jiné tepelné zdroje

6.1. Zřizování základů a výkopové práce

V kořenovém prostoru se nesmí zřizovat základy. Jestliže se tomu nelze v jednotlivých případech vyhnout, doporučuje se zřizovat místo základových pasů základové patky. jejich vzájemný rozestup a vzdálenost od paty kmene nesmí být menší než 1,5 m. Uspořádání základových patek musí umožnit zachování kořenů s důležitou statickou funkcí. Spodní hrana stavební konstrukce navazující na patky nesmí zasahovat do původního terénu.

Výkopové práce patří k nejčastějším zdrojům poškození dřevin při provádění zemních prací. Míra poškození je ovlivněna především:

- typem kořenového systému,
- časem, po který jsou výkopové práce prováděny a dobou, kdy je výkop otevřen,
- vzdáleností výkopu od paty kmene,
- typu zeminy na staveništi a její propustnosti.

Hloubené výkopy se nesmí provádět v kořenovém systému. Jestliže výkopy z nevyhnutelných důvodů zasahují do průmětu koruny stromů, mají se provádět ručně bez použití mechanismů a nesmí se při tom vést blíže než 2,5 m od paty kmene. Při hloubení výkopů nesmějí být přerušeny kořeny o průměru větším než 30 mm. Pokud se při výkopových pracích narazí na kořeny, je nutné je čistě říznout. Konce kořenů s průměrem < 20 mm je třeba ošetřit růstovými stimulátory, kořeny > 20 mm prostředky k ošetření ran (např. štěpařským voskem). Kořeny zařízlé u svislé stěny poblíž stromu mají možnost se v následující půlmetrové vrstvě lehce propustného substrátu, bohatém na minerální živiny, hustě rozvětvit a tak zregenerovat.

Je-li výkop otevřený delší dobu, je vhodné jej podél stěny ve směru ke stromu rozšířit o cca 0,5 m, provést podél této stěny bednění v úrovni realizovaného výkopu a zbývající prostor vyplnit např. písčitou zeminou s příměsí rašeliny v množství cca 15 %. Zrnitost zásypových materiálů a míra jejich zhutnění musí totiž zabezpečovat trvalé provzdušnění nutné pro regeneraci poškozených kořenů. V případě, že se hloubí výkop pro uložení podzemních vedení, měl by být vzdálen od průmětu koruny stromu minimálně tak daleko, aby byla dodržena předepsaná ochranná vzdálenost daná v závislosti na druhu vedení příslušným předpisem.

U stavebních výkopů, které zůstávají dlouhodobě odkryté (tj. déle než 3 měsíce nebo v období od 1.11. do 31.3), musí se chránit kořeny proti vysychání a účinkům mrazu, a to před započetím stavby po celé vegetační období. Tloušťka této vrstvy má být min.250 mm, hloubka má dosahovat prokořenělý prostor, maximálně však na dno budoucího hloubeného výkopu.

Pro provádění výkopových prací lze shrnout následující zásady:

a. Z hlediska růstu stromu je optimální období realizace výkopových prací podzim, popřípadě jaro. V létě totiž dochází k vysušování kořenů vlivem slunečního záření, kdežto v zimě vlivem mrazu. Výkopy by měly zůstat otevřené co nejkratší dobu, maximálně po dobu několika dnů.
b. Čím je výkop vzdálenější od paty kmene, tím menší je riziko poškození hlavních nosných kořenů a v důsledku toho i narušení růstu a stability stromu. Za bezpečnou vzdálenost lze považovat průmět koruny stromu.
c. Stromy s kůlovým kořenovým systémem na místě, které jim dovoluje vytvářet hluboko sahající kořenový systém, jsou výkopovými pracemi poškozovány podstatně méně než stromy s povrchovým kořenovým systémem.

6.2. Navážky a skrývky zeminy

V rámci stavebních úprav jsou často prováděny terénní úpravy spojené s navážkami nebo skrývkami zeminy v průmětu koruny existujících stromů. Podle [2] již navážka 10 až 20 cm jílovité zeminy do tohoto prostoru buku vede k jeho odumření. Navážkám lépe odolávají dřeviny tzv.měkkého luhu, k nimž patří např. topoly a jasany, avšak ani tyto stromy nemohou snést navezení větší vrstvy zeminy. Z toho důvodu se v kořenové zóně nemá navážka vůbec provádět. Pokud není jiné vyhnutí, musí se při určování tloušťky navážky a způsobu rozprostření respektovat druhově specifická snášenlivost, stáří, vitalita a vytváření kořenového systému dřevin, půdní poměry i druhy použitých materiálů. Navážen může být pouze hrubozrnný, vodu propouštějící a netoxický materiál v maximální tloušťce 200 mm, který nesmí být rozprostřen ke kmeni stromu blíže než 1 m od kmene. Také při přepravě se nesmí přejíždět kořenová zóna (tj. plocha terénu pod korunou stromu ohraničená okapovým obrysem koruny).

Při skrývkách naopak dochází k mechanickému odstranění větší části kořenového vlášení, které se převážně nachází pod terénem do hloubky cca 400 mm. Tím, že se jedná přibližně o 70 % celkové hmotnosti kořenů, strom je stresován nejen v důsledku poškození kořenového systému, ale i fyziologicky - především redukcí příjmu vody a rozpuštěných minerálních látek. Navíc se skrývkami likviduje i humus, nejbohatší vrstva na organické látky.

Obdobný účinek má i dlouhodobější umístění stavebních materiálů v kořenové zóně průmětu koruny stromů, budování dočasných objektů sociálního zařízení, stání maringotek atd. Někdy se i stává, že zatížení od těchto zařízení a deponií vyvolává nežádoucí změny půdního profilu. Proto by stavby a deponie tohoto charakteru neměly být vůbec povoleny v dosahu koruny stromů.

6.3. Zhutnění půdního povrchu

Zdrojem tohoto negativního působení v zóně rozšíření kořenů je především neustálý pojezd mechanismů, jejich parkování, zřizování dočasných staveb, skladování materiálů atd. V důsledku toho se snižuje:

- vsakování dešťové vody,
- výměny plynů v půdě a tudíž zhoršení příjmu nezbytných faktorů pro život stromu,
- vývoj potřebných mikroorganismů.

Jak různými nepříznivými vlivy, tak v důsledku přirozených fyziologických pochodů část kořenového systému běžně odumírá a takto vyvolaná poranění bývají napadána dřevokaznými houbami, čímž dochází k výrazné redukci vitality stromu a tím i omezení jeho růstu. Nedostatečné vsakování dešťových srážek zhutněným povrchem (při silně zhutněném povrchu odtéká až 90 % srážkové vody) má pak za následek zhoršení fyziologických procesů stromu v letních měsících při nedostatku vody.

Proto v kořenovém systému stromu nesmí být trvale zřizovány konstrukce uzavírající půdní povrch. Jestliže se nelze vyhnout časově omezenému zatížení, musí být zasažená plocha co nejmenší a měla by být opatřena rounem rozdělujícím tlak a alespoň 200 mm tlustou vrstvou vhodného drenážního materiálu, na který se položí pevná podložka z fošen nebo podobného materiálu.

Pro skladování hmot je třeba vybírat vhodné stavební materiály a technologické postupy, např. dlažby propouštějící vodu a vzduch, minimální zhutnění, zvednutí konstrukce nad úroveň terénu apod. Při tom nepropustné konstrukce mohou pokrývat max. 30 %, propustné konstrukce max. 50 % kořenové zóny vzrostlého stromu. Jestliže tyto hodnoty nelze dodržet, je třeba realizovat další doplňková zařízení, např. stromové rošty, zavlažovací zařízení nebo provzdušňovací sondy.

Při sanačním provzdušňovacím opatření se v průmětu koruny provedou vývrty hluboké cca 1 m s průměrem cca 200 mm, vyplněné hrubozrnným materiálem (štěrkem, keramzitem atd.). Těmito vývrty se vzduch a voda dostanou do hlubších vrstev pod zhutněnou povrchovou vrstvu, což umožňuje průnik asimilačních kořenů i do větších hloubek.

6.4. Mechanická poškození

Tento druh poškození je způsoben především provozem mechanismů v bezprostředním okolí stromů. Jsou-li tato poškození většího rozsahu, zejména u kmene nebo hlavních větví, stabilita stromu je ohrožena a navíc se mohou do struktury dřeva rozšířit dřevokazné houby. Z tohoto důvodu je nutno čelit poranění kůry kmene, větví a kořenů oplocením v celé kořenové zóně stromu, nebo alespoň obložením kmene do min. výšky 2 m - např. jednoduchou prkennou konstrukcí umístěnou cca 200 mm od kmene

Někdy je provoz mechanismů provázen odkapáváním olejů nebo pohonných hmot, popř. rozpuštěného vápna na terén v dosahu kořenového systému, což může dokonce vyvolat kontaminaci půdy. Dalším škodlivým zásahem pro strom může být zatloukání kramlí, hřebíků či jiných upevňovacích prostředků do kmene stromů. Zejména nesmí být kmen zaškrcován drátěnými a jinými objímkami, které jsou příčinou přerušení kambiálního kruhu a tím i odumření stromu.

6.5. Kolísání hladiny spodní vody

Tento proces, ke kterému dochází především u hlubších výkopů nebo jiných melioračních opatření, má nepříznivý účinek na stromy, zejména s hlubokým kořenovým systémem, zasahujícím do této úrovně. Míru negativních účinků na stromy ovlivňují především tyto faktory:

- stáří stromu - čím je strom starší, tím více bývá stresován;
- druh půdy;

- přirozená výška hladiny spodní vody.

Jestliže se jedná jen o krátkodobé výkyvy, lze doporučit úpravy, které je umožňují načasovat do období mimo vegetaci. Podle ČSN DIN 18 920 je třeba při poklesu spodní vody, jenž trvá déle než 3 týdny, stromy během vegetačního období zalévat, popř. aplikovat hloubkovou závlahu. V případě potřeby mohou být provedena i doplňková vyrovnávací opatření, např. ochrana proti výparu, redukce koruny atd. S ohledem na skutečnost, že rozsáhlejší výkopové práce ovlivňují kolísání hladiny spodní vody na mnohem větším území, než je průmět koruny stromů, musí být vliv tohoto typu prací na okolní porosty odhadnut předem.

6.6. Uvolňování stromů z porostů

V rámci stavebních úprav dochází v některých případech ke kácení porostních stěn u skupin, což má za následek uvolňování jedinců, kteří do té doby byli před nepříznivými účinky slunečního záření a větrných náporů chráněni. K negativním účinkům tohoto zásahu patří:

- zlomy a vývraty vlivem větru: Zásahy podobného charakteru by měly být rozloženy do několika let (cca 2 - 5) před zahájením stavby, kdy je porostní stěna narušována postupně. Tím stromy mohou na toto postupné obnažování reagovat a přizpůsobovat se mu.
- odumírání osluněné plochy kmenů, zejména u stromů s tenkou kůrou - tzv. korní spála: Tento účinek se týká všech mladých stromů, ze starších porostů jsou citlivé např. buky, avšak toto nebezpečí se vyskytuje pouze v exponovaných jižních polohách. Korní spále lze preventivně předcházet natíráním kmenů jílovitou zeminou nebo některým z prostředků pro hojení ran. U mladších stromů někdy stačí obalování kmenů jutou.

6.7. Oheň a jiné tepelné zdroje

Při stavebních pracích se velmi často používá přístrojů a zařízení, které se při provozu zahřívají (např. plazmové hořáky při pokládání hydroizolací) nebo se někdy v zimním období zakládají otevřené ohně. Je třeba si uvědomit, že tepelný zdroj by měl být umístěn minimálně 5 m od okapové linie koruny stromu, kdežto otevřené ohně s ohledem na směr větru by měly být ve vzdálenosti min. 20 m od této okapové linie.

7. ZÁVĚR

Výše uvedené zásady jsou stručným základním přehledem nutných opatření, která je třeba zachovat, má-li být doprovodná zeleň účinným, dlouhodobým a bezproblémovým doplňkem stavební činnosti. Jsou rovněž námětem pro směřování dalších úvah při plánování stavební činnosti v konkrétních případech.

LITERATURA

[1] Čermák, J.: Dynamika spotřeby vody u vzrostlých stromů, Zakládání staveb - sborník přednášek, ČSVTS, Brno, 1980, str.136-144
[2] Kolařík, J.: Nároky dřevin na stanoviště, jejich ochrana při stavebních pracích, Projektování a výstavba, 1996, č.3, str.15-17, ISSN 1211-2674
[3] Kupilík, V.: Ničivý vliv vegetace na stavební konstrukce, 34, Zábrana škod, 1986, č.10, str.155 - 158
[4] Válek, Z.: Lesní dřeviny jako vodohospodářský a protierozní činitel, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1977
[5] Vyhláška hl.m.Prahy č.26/1999 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze
[6] Vyhláška o opatřeních na ochranu dosavadní zeleně při výstavbě hl.m.Prahy. Příloha usnesení Rady NVP č.261, 27.12.1963

Vliv vegetace na podzákladí a stabilizaci terénu
Doc.Ing.Václav Kupilík, CSc. ČVUT - Fakulta stavební

Autor ve své příspěvku popisuje vliv vegetace a zejména stromů na budovy. V prvních odstavcích se zabývá vlastnostmi stromů ve vztahu ke kořenovému systému, jeho požadavkům, geometrii, způsobu růstu a působení vlivů prostředí, zejména nedostatku vody.

Tato první část obsahuje některá tvrzení, která nemohu přejít bez poznámek. Většinou se jedná o drobnosti, které mohou vzniknout z odlišného chápání textu, mám však výhrady k prezentovanému způsobu růstu kořenového systému, který budí dojem, že na hlubších půdách je radiální rozsah kořenů menší než šířka koruny. S tím nemohu souhlasit. Bez ohledu na hloubku půdy, kořeny jsou z velké části alokovány do hloubky 1 m a dalece přesahují šířku koruny, a to i u soliter. To vše za předpokladu možnosti takto růst, tedy v nenarušeném prostředí.

Zcela jinak je tomu u stromů, jejichž prokořenitelný prostor je nějak omezen, buď fyziologicky (utužení půdy, vysoká hladina spodní vody) nebo mechanicky (vrstva mateční horniny, pevné překážky přírodní i umělé, kořenové bariéry, výrazná hranice mezi substrátem a půdou stanoviště u kořenových mis a podobně). Pak se i kořenové systémy přizpůsobují prostředí a to do takové míry, že mohou zcela ztratit geneticky daný charakter růstu kořenů. Lze nalézt i druhy s typicky kůlovým kořenem, jako je například borovice, že vytváří na mělké půdě plochý kořenový systém. Variabilita kořenových systémů je značná, stromy dokáží přivádět vodu i z desítky metrů vzdálených zdrojů a redistribuovat ji jiným částem kořenového systému.

Doporučuji tuto část příspěvku revidovat s ohledem na onformace dostupné např. na

http://www.informaworld.com/smpp/section?content=a785809295&fulltext=713240928#references
http://www.treesaregood.com/treecare/avoiding_construction.aspx
http://www.oakwilt.com/treeroots.html

Poznámka redakce: Uvedené připomínky byly autorem akceptovány a text článku byl upraven.

Druhá část, která obsahuje pokyny pro zajištění koexistence budov a stromů ze spíše technického hlediska si netroufnu hodnotit z hlediska věcné správnosti. Mám zde jedinou výhradu, autor opomenul zmínit využití systémů kořenových bariér, které se pro tento účel také využívají. Snad by si zasloužily alespoň krátkou zmínku, protože rozšiřují škálu využití dřevin u staveb. Recenzovaný článek považuji za důležitý a prospěšný. Po drobných úpravách, které jsem si dovolil naznačit v textu ho vřele doporučuji k opublikování.

L. Praus
Mendelova univerzita v Brně

English *Synopsis*

Trees and vegetation can stabilize the terrain. On the other hand, it is necessary to know its negative impact on the constructions, which may cause their failure and thus damage. And these problems are the subject of this contribution.