

KONŠTRUKCIE POZEMNÝCH STAVIEB

Konštrukcie spodnej stavby

Juraj Žilinský
Gabriela Adamská
Terézia Miklósiová



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE
STAVEBNÁ FAKULTA

KONŠTRUKCIE POZEMNÝCH STAVIEB

Konštrukcie spodnej stavby

Juraj Žilinský
Gabriela Adamská
Terézia Miklósiová

Všetky práva vyhradené. Nijaká časť textu nesmie byť použitá na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autorov alebo vydavateľstva.

© doc. Ing. Juraj Žilinský, PhD., doc. Ing. Gabriela Adamská, PhD., Ing. Terézia Miklósiová, PhD.

Recenzenti: prof. Ing. Anton Puškár, PhD.
doc. Ing. Štefan Pogran, PhD.

Schválila Edičná rada Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

ISBN 978-80-227-4866-7

Obsah

Predslov	5
Zoznam použitých označení a symbolov	6
1 Inžinierskogeologický prieskum staveniska	7
1.1 Sondážne práce	7
1.2 Geofyzikálne metódy	7
2 Výber staveniska a jeho vhodnosť	8
2.1 Stabilita územia staveniska	9
3 Vlastnosti zemín	9
4 Normové vlastnosti základových pôd	12
4.1 Normové vlastnosti štrkovitých, piesčitých a jemnozrnných zemín	13
5 Vytýčenie stavby	16
6 Zemné práce	18
6.1 Prípravné práce	19
6.2 Hlavné zemné práce	19
7 Svahované stavebné jamy	22
8 Pažené a tesnené stavebné jamy	26
8.1 Príložné paženie	26
8.2 Hnané paženie	27
8.3 Záporové paženie	27
8.4 Štetovnicové steny	29
8.5 Pilótové steny	30
8.6 Podzemné steny	31
8.7 Tesnené stavebné jamy	32
9 Vplyv podzemnej vody a odvodňovanie stavebných jám	33
9.1 Povrchové odvodňovanie	34
9.2 Hĺbkové odvodňovanie	35
10 Príklad výkresu výkopov	37
11 Progresívne technológie zemných prác	37
11.1 Metóda tryskovej injektáže	37
11.2 Zemné klince	39
11.3 Horninové kotvy	39
12 Zakladanie budov	40
13 Druhy základov	40
14 Hĺbka založenia stavby, základová škára	41
15 Druhy zaťaženia	43
16 Napätie v základovej pôde, únosnosť základovej pôdy	44
17 Sadanie a konsolidácia	46
18 Navrhovanie základových konštrukcií a geotechnické kategórie	48
19 Plošné základy	50
19.1 Základové pásy a rošty	50
19.1.1 Montované základové pásy	53
19.2 Základové pätky	55
19.2.1 Montované základové pätky	57
19.3 Základové dosky a krabicové základ	60
19.4 Osobitné úpravy plošných základov	63

20 Hĺbkové základy	72
20.1 Pilóty	72
20.1.1 Drevené pilóty	76
20.1.2 Železobetónové prefabrikované pilóty	76
20.1.3 Monolitické pilóty zhotovené na mieste	77
20.2 Mikropilóty	81
20.3 Podzemné steny	82
20.4 Studne a kesóny	85
21 Progresívne zakladanie nepodpivničených stavieb	86
22 Sanácie základov	89
22.1 Rozširovanie a zosilňovanie základových pásov	90
22.2 Podchytávanie základov mikropilótami	93
23 Zakladanie v osobitých podmienkach	94
23.1 Zakladanie na násypoch	94
23.2 Zakladanie na zosuvných územiach	95
23.3 Zakladanie na zaplavovaných územiach	97
24 Príklad kreslenia základov	98
25 Otázky	101
26 Literatúra	101

Predslov

Skriptá sú spracované ako základný študijný materiál pre študentov prvého ročníka odboru APS a TMS. Obsahujú študijné texty určené sylabami prednášok a cvičení z predmetu Konštrukcie pozemných stavieb I.

Táto problematika je spracovaná v obsiahlejšom podaní, aby ju študent pochopil v širších súvislostiach. Tak bude schopný vybrať si to podstatné, čo pre ďalšie štúdium problematiky konštrukcií pozemných stavieb potrebuje. Tieto základné vedomosti v celom rozsahu využije a ďalej môže rozvíjať v predmete Ateliérová tvorba I. až IV.

Skriptá obsahujú konštrukčné riešenia klasických konštrukcií na im zodpovedajúcej materiálovej báze a je dôležité, aby sa s nimi študent oboznámil, nakoľko sa s nimi v praxi nevyhnutne stretne v rámci rekonštrukcií a obnovy budov. Zaoberajú sa aj riešením novodobých konštrukcií, najmä v oblasti spojov prefabrikovaných prvkov, v riešení úpravy dilatčných škár, ako aj v používaní nových stavebných materiálov a technológií v murovacej technike.

Pri spracovaní skript bola použitá študijná literatúra uvedená v časti Literatúra, tiež firemné materiály a internetové stránky.

Študovať problematiku konštrukcií pozemných stavieb nemožno bez priestorovej predstavivosti. K jej rozvíjaniu slúžia obrázky dopĺňujúce textovú časť. Sú spracované v axonometrii, alebo ako pôdorys a rez konštrukciou, prípadne pohľad, čo je vždy v obrázku uvedené. Pre ich pochopenie odporúčame študentom obrázku najprv porozumieť, chápať ho ako konkrétne konštrukčné riešenie a potom ho naskicovať. Ak mu rozumie, mal by vedieť odpovedať na otázku, „prečo je to tak?“

Autori dúfajú, že skriptá poslúžia tiež študentom prvých ročníkov iných odborov, ako aj študentom vyšších ročníkov pri príprave na štátne skúšky bakalárskeho štúdia.

Autori ďakujú doktorandom katedry konštrukcií pozemných stavieb, ako i študentom Lukášovi Natšinovi a Tomášovi Juhásovi za pomoc pri grafických prácach spojených s prípravou skript.

Ďakujeme a želáme veľa úspechov pri ich štúdiu.

Autori

Zoznam použitých označení a symbolov

B, b	šírka
α	roznášací uhol v hmote základu
b	šírka základu
b_1	šírka pracovného úseku pri postupnom podbetónovaní základu
C_c	číslo krivosti
C_u	číslo nerovnozrnosti
d	priemer pilóty
G	hmotnosť (ťaž)
G_d	hmotnosť vysušenej vzorky
G_w	hmotnosť vody
e	osová vzdialenosť pilót
φ	hol vnútorného trenia zeminy (uhol roznášania zeminy)
h	výška základu
h_z	hlbka založenia
I_C	stupeň konzistencie
I_D	relatívna hutnosť
k	súčiniteľ filtrácie
l	dĺžka prefabrikovaného dielca montovaného základového pásu
n	pórovitosť
S_r	stupeň nasýtenia zeminy vodou
V	objem
V_p	objem pórov
V_{pw}	objem pórov vyplnených vodou
w	vlhkosť
Y	objemová ťaž
Y_d	objemová ťaž vysušenej zeminy
Y_s	špecifická ťaž zeminy
Y_{su}	objemová ťaž zeminy pod vodou
Y_w	špecifická ťaž vody

1 Inžinierskogeologický prieskum staveniska

Poskytuje podrobné údaje o vlastnostiach základovej pôdy územia vybraného na spracovanie územno-plánovacej dokumentácie. Prieskum vykonávajú inžinierski geológovia, s ktorými musia projektanti pozemných stavieb úzko spolupracovať. Na výsledky prieskumu sa kladú vysoké požiadavky, nakoľko stavba a základová pôda sú vo vzájomnej interakcii. Základová pôda musí spoľahlivo preniesť všetky zaťaženia od stavby tak, aby na stavbu nepôsobili spätné negatívne vplyvy z podložia. Projekčná činnosť vychádza z konkrétnych geotechnických výsledkov získaných inžinierskogeologickým prieskumom.

Inžinierskogeologický prieskum má svoju postupnosť. Výsledky prieskumu sa spíšu v záverečnej správe. Vychádza sa z archívnych materiálov, z ktorých sa získajú základné údaje o dotknutom území. Nasleduje práca v teréne, odoberanie vzoriek a ich vyhodnocovanie v teréne a v laboratóriu. Vlastný prieskum má tri etapy:

- orientačný,
- podrobný,
- doplnkový.

Etapu orientačného inžinierskogeologického prieskumu vychádza zo staršej geologickej dokumentácie, ktorá sa nachádza v archívoch Geologickej služby Slovenska. Sondážne práce sa v tomto prípade robia v minimálnom rozsahu. Zistia sa základné údaje o geologických, geotechnických, inžinierskogeologických a hydrogeologických vlastnostiach územia a o jeho vhodnosti na výstavbu. Výsledky orientačného prieskumu sú súčasťou prípravnej dokumentácie stavieb. Na ich základe sa rozhodne o spôsobe výstavby.

Etapu podrobného inžinierskogeologického prieskumu dopĺňa a spresňuje výsledky predbežného prieskumu tak, že na základe nich možno stanoviť podmienky výstavby a spracovať projekt výstavby. Spresnenie orientačného prieskumu je založené na získaní veľkého množstva údajov o vlastnostiach zemín. Ak v danom území hrozí zosuv pôdy, prieskum stanoví podrobnosti pre spracovanie projektu sanácie.

Etapu doplnkového prieskumu prebieha počas výstavby aj prevádzky budovy a doplňujú a spresňujú sa ním doteraz získané geologické poznatky. Robí sa na dôležitých stavbách – ak sa vyskytli situácie, ktoré si vyžadujú spresnenie výsledkov, alebo vzhľadom na geologické podmienky má stavba vplyv na životné prostredie.

Inžinierskogeologický prieskum pozostáva zo sondážnych prác a geofyzikálnych metód.

1.1 Sondážne práce

Sondážne práce slúžia na odber neporušených alebo porušených vzoriek zeminy. Odoberajú sa strojovými súpravami s jadrovým vrtákom. Sondy sa robia v blízkosti základov, mimo obvodu stavby, aby sa neznížila únosnosť základovej pôdy, alebo sa nedoviedla podzemná voda k budúcim základom. Vzdialenosť sond by mala byť max. 50 m a počet vrtov by mal umožniť dostatočne určiť geologický profil územia, zvyčajne sú to tri sondy.

V závislosti od poznania pomerov možno počet sond aj znížiť, nakoľko sondovacie práce sú veľmi nákladné. Odoberaté vzorky sa vyhodnocujú v laboratóriu a tiež v teréne.

1.2 Geofyzikálne metódy

Tvoria nepriame metódy prieskumu, aplikujú sa z povrchu terénu a používajú rôzne meracie prístroje. K najčastejším geofyzikálnym metódam patria:

- geoelektrické,
- seizmické,
- gravimetrické,

- magnetometrické,
- termické.

Geoelektrickou metódou sa zisťujú elektrické polia. Najčastejšie sa využívajú odporové metódy. Založené sú na meraní odporu, ktorý vytvárajú horniny pri prechode elektrického prúdu. Vertikálne elektrické sondovanie (metóda VES) sa používa na zistenie hĺbky rozhrania hornín, ktoré majú rozdielny elektrický odpor. Môže sa využiť aj na určenie podzemných dutín, oslabených plôch, stanovenie hladiny podzemnej vody a pod.

Veľmi využívanou povrchovou metódou je *georadar*. Zo zdroja sa vysielajú elektromagnetické vlny s vysokou frekvenciou a prijíma sa ich spätný odraz. Umožňuje zistiť hĺbku skalného podložia, polohu hladiny podzemnej vody, dutiny a tektonické poruchy, prípadne polohy inžinierskych sietí a pod.

Seizmické metódy sú založené na meraní šírenia pružných seizmických vln v skúmanom horninovom prostredí. Zdrojom seizmických vln sú umelé výbuchy náloží trhavín alebo údermi spôsobené otrasy. Ak vyvolaná seizmická vlna narazí na rozhranie s horšími pružnými vlastnosťami, odrazí sa (reflekčná metóda). Ak sa v spodnej vrstve šíria seizmické vlny rýchlejšie ako vo vrchnej vrstve, nastane na ploche rozhrania lom vln. Zisťujú sa tak rozhrania vrstiev, oslabené zóny, pukliny, kvalita zhotovenia násypov a pod.

Gravimetrická metóda meria priebeh tiažového zrýchlenia. Odlíšia sa horninové celky s rôznou objemovou hmotnosťou. Zistia sa zlomy, ktoré oddeľujú výrazne odlišné prostredia, odhalia kaverny a podzemné dutiny.

Magnetometrická metóda využíva magnetické pole zeme. Meria sa totálny vektor magnetickej intenzity, ktorý je ovplyvnený rôznymi magnetickými vlastnosťami hornín. Používa sa pri zisťovaní hĺbky a veľkosti plochy magneticke aktívnych hornín pri svahových poruchách blokového typu na okrajoch neovulkanitov.

Termické metódy sa používajú na meranie teploty horninového prostredia. Teplo sa šíri vynúteným prúdením pozdĺž zlomových systémov. Kontaktným alebo diaľkovým meraním sa určí geotermický gradient, posúdi sa pohyb kvapaliny vo vrte, určia sa prítokové a odtokové polohy.

2 Výber staveniska a jeho vhodnosť

Výber staveniska a posúdenie jeho vhodnosti má vychádzať z komplexného vyhodnotenia inžinierskogeologického prieskumu. Na základe prieskumu získa projektant informácie:

- aká je stabilita územia, v ktorom sa stavenisko nachádza,
- aké je usporiadanie geologických vrstiev,
- aké sú vlastnosti základovej pôdy,
- aký vplyv má podzemná voda na základové pomery a aké je jej chemické zloženie,
- aký je optimálny spôsob založenia a aký bude mať vplyv na jestvujúcu najbližšiu zástavbu,
- aký voliť postup zemných výkopových prác.

Staveniská sa klasifikujú ako vhodné, podmienene vhodné a nevhodné.

Vhodné staveniská, ktoré spĺňajú všetky predpoklady pre bezproblémové zakladanie. Základovú pôdu tvoria únosné, málo stlačiteľné a ľahko rozpojiteľné horniny. Povrch územia

je približne vodorovný, hladina podzemnej vody je trvalo pod úrovňou základovej škáry. Celkové usporiadanie stavieb a návrh zakladania neovplyvňujú inžinierskogeologické pomery. Výstavba na lokalite nie je v rozpore so spoločenskými záujmami a ochranou životného prostredia.

Podmienečne vhodné staveniská sú také, pri ktorých treba počítať so zvýšenými nákladmi na zakladanie alebo v dôsledku základových pomerov so zmenami v konštrukcii stavieb. Táto situácia nastane najmä vtedy, keď:

- v podloží je málo únosná alebo veľmi stlačiteľná zemina,
- hladina podzemnej vody je nad úrovňou podlahy suterénu (potrebné je odvodnenie stavebnej jamy, izolácie podzemných častí stavieb),
- zeminy v podloží sú náchylné na objemové zmeny,
- pevné skalné horniny siahajú až po povrch územia (nákladné hĺbenie),
- stavenisko je situované na upokojenom alebo stabilizovanom zosuve.

Nevhodné staveniská sú také, kde náklady na zakladanie prekračujú prijateľný pomer k celkovým nákladom na výstavbu.

Nemali by sa zastavovať močiare, zaplavované údolné nivy, lokality tvorené organickými zeminami, oblasti postihnuté zosúvaním, poddolované územia, pozemky na strmých svahoch, okrajoch strží a starých kameňolomov, pozemky na zásobách nerastov, infiltračné oblasti vodných zdrojov, orná pôda 1. a 2. bonity, prírodné krajinárske, historické rezervácie, oblasti zamorené priemyselnými odpadmi.

2.1 Stabilita územia staveniska

Na základe prieskumných sond sa zostrojujú geologické profily, ktoré určujú hrúbky vrstiev a ich polohu. Z odobratých vzoriek sa podrobne stanovia vlastnosti hornín, najmä ich pevnostné a deformačné charakteristiky, pomocou ktorých sa vypočíta únosnosť a sadanie základovej pôdy.

Výsledkom prieskumu je určenie, či je vybrané územie stabilné, alebo sa nachádza na zosuve, prípadne je ohrozované vzdialenou zosuvnou aktivitou.

Nestabilnému územiu sa treba pri zakladaní akejkoľvek stavby vyhnúť. Vo zvlášť odôvodnených prípadoch možno pristúpiť na ich zástavbu, ale územie musí byť najprv stabilizované. Práce na stabilizáciu územia sú technicky veľmi náročné a finančne nákladné.

3 Vlastnosti zemín

Vlastnosti zemín sa prejavujú ich správaním sa po zaťažení stavbou. Tento stav je dôležité určiť vopred, a to na základe poznania ich charakteristických vlastností. Patria k nim:

- zrnitosť,
- objemová a špecifická hmotnosť zemín,
- pórovitosť,
- hutnosť hrubozrnných zemín,
- vlhkosť a stupeň nasýtenia,
- plasticita a konzistencia jemnozrnných zemín,
- šmyková pevnosť,
- stlačiteľnosť,
- priepustnosť.

Zrornosť zeminy sa určuje preosiatím suchej vzorky, po odstránení kameňov väčších ako 60 mm, cez sústavu sít a na základe percentuálneho zastúpenia zrn určitej veľkosti sa graficky vyhodnotia krivky zrnitosti. STN 73 1001 znázorňuje krivky niektorých zemín, Obr. 1.

Základné pomenovanie vychádza z najväčšieho obsahu zŕn a delí ich na štrk – G, piesok – S, hlina – M, íl – F. Ďalšie členenie vyplýva z percentuálneho zastúpenia podielu jemnozrnnej zložky, napr. piesočná hlina – MS. Skratky zemín sú odvodené z ich anglických názvov.

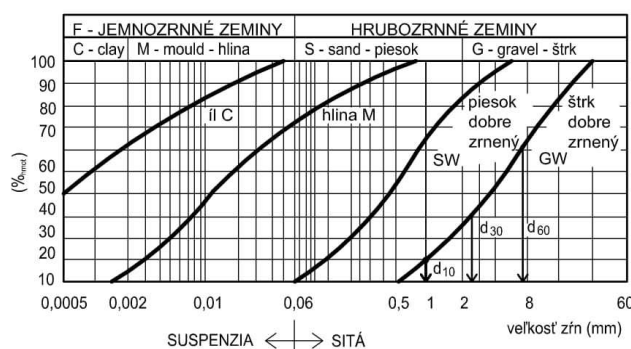
Najlepšie prenášajú zaťaženie nerovnozrnité zeminy. Majú najväčšiu hutnosť a najväčšiu kontaktnosť medzi tvrdými čiastočkami. Číslo nerovnozrnosti C_u je definované podľa vzťahu

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (-) \quad 1$$

kde d_{60} je priemer zrna zodpovedajúci 60 %-nému podielu hmotnosti na krivke zrnitosti,
 d_{10} – priemer zrna zodpovedajúci 10 %-nému podielu hmotnosti na krivke zrnitosti.

Doplňkovou charakteristikou na posudzovanie zrnitosti hrubozrnných zemín je číslo krivosti C_c . Je definované podľa vzťahu

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} \quad (-) \quad 2$$



Obr. 1. Krivky zrnitosti s príkladmi pomenovania zemín

Objemová a špecifická hmotnosť zeminy

Zemina svojím zložením predstavuje trojfázový systém – pevné čiastočky, voda a vzduch. Objemová hmotnosť zeminy na odobratej neporušenej vzorke, ktorej objem je známy z veľkosti odberného valca, sa určí v laboratóriu zo vzťahu

$$\rho_v = \frac{m_{zw}}{V} \quad (\text{kg} / \text{m}^3) \quad 3$$

kde m_{zw} je hmotnosť vzorky, ktorá má prírodnú vlhkosť,
 V – objem vzorky.

Objemová hmotnosť zeminy po vysušení sa určí zo vzťahu

$$\rho_v = \frac{m_d}{V} \quad (\text{kg} / \text{m}^3) \quad 4$$

kde m_d je hmotnosť vysušenej vzorky,
 V – objem.

Čiastočky zemín sú pod hladinou podzemnej vody nadľahčované vztlakom, preto treba počítať s objemovou hmotnosťou podľa vzťahu

$$m_{su} = (1 - p) \cdot (m_s - m_w) \quad (\text{kg} / \text{m}^3) \quad 5$$

kde p je pórovitosť (pozri vzťah 9.7),
 m_s – špecifická hmotnosť zeminy,
 m_w – špecifická hmotnosť vody.

Špecifická hmotnosť zeminy sa určí zo vzťahu

$$m_s = \frac{m_d}{V - V_p} \quad (\text{kg} / \text{m}^3) \quad 6$$

kde V_p je objem pórov,
ostatné symboly sú rovnaké ako vo vzťahu 4.

Špecifická hmotnosť zeminy predstavuje vlastne objemovú hmotnosť tvrdých častočiek uložených tak hutne, že medzi nimi nie sú póry.

Pórovitosť zemín

Trojfázový systém zeminy sa po jej vysušení mení na dvojfázový – pevné častočky a vzduch. Pórovitosť p je definovaná pomerom objemu pórov V_p a celkového objemu V

$$p = \frac{V_p}{V} \quad (-) \quad 7$$

Hutnosť hrubozrnných zemín súvisí s pórovitosťou. Rozlišujú sa hrubozrnné zeminy kypké, stredne hutné a hutné, v závislosti od konkrétnych hodnôt relatívnej hutnosti hrubozrnnnej zeminy v prírodnom stave.

Podľa konkrétnych hodnôt relatívnej hutnosti I_D sa zeminy delia na hrubozrnné kypké ($I_D < 0,33$), stredne hutné ($I_D = 0,33$ až $0,67$) a hutné ($I_D > 0,67$).

Vlhkosť a stupeň nasýtenia

Vlhkosť zeminy w sa stanoví pomerom hmotnosti vody m_w a hmotnosti vysušenej zeminy m_d

$$w = \frac{m_w}{m_d} \quad (-) \quad 8$$

Stupeň nasýtenia zeminy vodou S_r je daný pomerom objemu pórov vyplnených vodou V_{pw} a celého objemu pórov V_p

$$S_r = \frac{V_{pw}}{V_p} \quad (-) \quad 9$$

Podľa hodnôt S_r sa rozlišujú zeminy suché ($S_r = 0$), zavlhnuté ($S_r = 0,01$ až $0,25$), vlhké ($S_r = 0,25$ až $0,50$), mokré ($S_r = 0,50$ až $0,75$), veľmi mokré ($S_r = 0,75$ až $0,99$) a nasýtené ($S_r = 1$).

Plasticita a konzistencia jemnozrnných zemín

Vlhkosť a plasticita výrazne ovplyvňujú mechanické vlastnosti jemnozrnných zemín. Plasticita v závislosti od vlhkosti môže byť nízka, stredná, vysoká, veľmi vysoká a extrémne vysoká.

Keď má zemina kašovitú konzistenciu – je tekutá, nemá žiadnu pevnosť a nie je schopná prenášať žiadne zaťaženie. Avšak tá istá zemina s veľmi malou vlhkosťou môže mať tvrdú konzistenciu, vysokú pevnosť a je schopná prenášať pomerne veľké zaťaženia.

Stupeň konzistencie vyjadruje index konzistencie I_C , pozri tabuľku 8.

Šmyková pevnosť zemín

Prekročením pevnosti v šmyku môže dôjsť k porušeniu zeminy v podloží stavieb, za opornými alebo pažiacimi konštrukciami alebo vo svahoch výkopov a násypov. Pevnosť zeminy v šmyku sa vyhodnocuje v laboratóriu alebo v teréne na neporušených vzorkách.

Stlačiteľnosť zemín

Skúšky sa vykonávajú na neporušených vzorkách zeminy a ich výsledky sú dôležité pri výpočte sadania stavieb. Veľkosť sadania vyvolaného zvislým napätím v zemine od zaťaženia stavbou závisí od stlačiteľnosti zeminy.

Konsolidácia zeminy

V zemine po zaťažení stavbou prebieha proces sadania, nakoľko sa z pórov vytláča voda. Postupne sa zemina skonsoliduje a jej štruktúra a objem pórov sa prispôbiť pôsobiacemu zaťaženiu. Dôjde k postupnému spevňovaniu zeminy.

Priepustnosť zemín

V zeminách sa vyskytuje voda:

- štruktúrálna, je súčasťou minerálov; môže byť chemicky viazaná alebo kryštalová,
- vodná para, vyskytuje sa v póroch nenasýtených zemín; pohybuje sa z miest s vyššou vlhkosťou do miest s nižšou vlhkosťou,
- viazaná voda; jej molekuly sú pripútané k povrchom elektromolekulovými silami,
- gravitačná voda pôsobením zemskej príťažlivosti preteká do spodných vrstiev, ako voľná voda súvisle vyplňa póry zeminy pod hladinou podzemnej vody,
- kapilárna voda vzlína v dôsledku povrchového napätia z hladiny podzemnej vody do kapilárnej výšky, ktorá závisí od zrnitosti zeminy; napr. zemina obsahujúca 70 % častíc menších ako 0,02 mm môže mať kapilárnu výšku až 4 m.

Priepustnosť zemín je charakterizovaná súčiniteľom filtrácie k . Jeho hodnota je dôležitá aj pri projektovaní odvodňovania stavebných jám a návrhu hydroizolácií spodných stavieb.

4 Normové vlastnosti základových pôd

Rozbor vzoriek zemín z celého územia republiky vyústil do vyhodnotenia vlastností základových pôd a spracovania smerných normových charakteristík.

Základové pôdy tvoria zeminy alebo skalné horniny. Zeminy v prirodzenom stave sa delia do dvoch skupín – hrubozrnné zeminy a jemnozrnné zeminy. Hrubozrnné (sytké, nesúdržné) sa ďalej delia na štrkovité a piesčité zeminy. Jemnozrnné (súdržné) zeminy sa delia na ílovité

a siltovité. Laboratórne vyhodnotenie vzoriek a stanovenie ich zrnitosti a plasticity klasifikuje zeminy podľa STN 72 1001 do troch tried so symbolmi G – štrk, S – piesok, F – íl alebo silt – tab.1.

Tabuľka 1. Klasifikácia zemín na základe zrnitosti podľa STN 72 1001

Skupina zemín	Základný názov	Symbol	Obsah frakcií
Hrubozrnné zeminy	štrk	G	jemnozrnná frakcia < 35 %, prevláda štrkovitá nad piesčitou frakciou
	piesok	S	jemnozrnná frakcia < 35 %, prevláda piesčitá nad štrkovitou frakciou
Jemnozrnné zeminy	íl alebo silt	F (C/M)	jemnozrnná frakcia $\geq$ 35 %

Pomenovanie zemín a skalných hornín počas terénnych prác na základe vizuálneho prieskumu riešia normy STN EN ISO 14 688-1 a STN EN ISO 14 689-1. V teréne sa zeminy pomenujú podľa odhadu zastúpenia jednotlivých frakcií zrn. Základná frakcia sa píše veľkým písmenom, ostatné podľa tab. 2. Napr. ílovitý piesok s prímiesou štrku sa pomocou symbolov frakcie tejto tabuľky riadi normou STN EN ISO 14 688-1 a zapíše sa ako symbol grclSa.

Tabuľka 2. Pomenovanie základných frakcií zrn

Rozmer zrn v mm	Názov		Symbol frakcie
	zrn	frakcie	
< 0,002	jemné	ílovitá	cl
0,002 až 0,063		siltovitá	si
0,063 až 2,00	hrubé	piesčitá	sa
2,00 až 63,00		štrkovitá	gr
63,00 až 200,00	veľmi	kamenitá	cb
> 200,00	hrubé	balvanovitá	bo

4.1 Normové vlastnosti štrkovitých, piesčitých a jemnozrnných zemín

Klasifikácia štrkovitých a piesčitých zemín sa robí podľa zrnitosti a indexu uľahnutosti I_D . Zrnitosť sa vyjadruje krivkou zrnitosti (čísla krivosti krivky zrnitosti C_c a čísla nerovnozrnosti C_u), pozri časť 3.

Štrkovité zeminy – skupina G, sa delia do 5. tried G1 až G5 (STN 73 1001). Názvy triedy zeminy, symboly a kvalitatívne znaky uvádza Tabuľka 3. Geotechnické vlastnosti štrkovitých zemín triedy G1 až G3 závisia od uľahnutosti a pri triedach G4 a G5 geotechnické vlastnosti ovplyvňuje obsah a charakter jemnozrnej frakcie.

Piesčité zeminy – skupina S sa delia do 5. tried S1 až S5 (STN 73 1001). Názvy triedy zeminy, symboly a kvalitatívne znaky uvádza Tabuľka 4. Geotechnické vlastnosti piesčitých zemín triedy S1 až S3 závisia od uľahnutosti a pri triedach G4 a G5 geotechnické vlastnosti ovplyvňuje jemnozrnná časť tejto zloženej zeminy (jej plasticita a konzistencia).

Tabuľka 3. Klasifikácia štrkovitých zemín

Trieda	Názov triedy zeminy	Symbol	Kvalitatívne znaky			
			Obsah jemnozrnnej frakcie (%)	Číslo nerovnozrnosti C_u	Číslo krivosti C_c	Diagram plasticity
G 1	Štrk dobre zrnený	GW	< 5	> 4	1 až 3	-
G 2	Štrk zle zrnený	GP	< 5	mimo rozsahu G1	mimo rozsahu G1	-
G 3	Štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy	G-F	od 0,5 do 15	-	-	-
G 4	Štrk siltovitý	GM	od 15 do 35	-	-	pod čiarou A
G 5	Štrk ílovitý	GC	od 15 do 35	-	-	nad čiarou A
Poznámka: Hodnoty C_u , C_c platia súčasne, t. j. musia platiť súčasne pre všetky uvedené podmienky						

Tabuľka 4. Klasifikácia piesčitých zemín

Trieda	Názov triedy zeminy	Symbol	Kvalitatívne znaky			
			Obsah jemnozrnnej frakcie (%)	C_u	C_c	Diagram plasticity
S 1	Piesok dobre zrnený	SW	< 5	> 6	1 až 3	-
S 2	Piesok zle zrnený	SP	< 5	mimo rozsahu S1	mimo rozsahu S1	-
S 3	Piesok s prímiesou jemnozrnnej zeminy	S-F	od 0,5 do 15	-	-	-
S 4	Piesok siltovitý	SM	od 15 do 35	-	-	pod čiarou A
S 5	Piesok ílovitý	SC	od 15 do 35	-	-	nad čiarou A
Poznámka: Hodnoty C_u , C_c platia súčasne, t. j. musia platiť súčasne pre všetky uvedené podmienky						

Pri hrubozrnných zeminách (štrky a piesky) sa uľahnutosť zisťuje laboratórnymi skúškami. Vychádza sa z hodnoty indexu uľahnutosti I_D , Tabuľka 5.

Dôležitým kvalitatívnym znakom zemín s podielom častíc ílu a siltu viac ako 15 % je ich plasticita. Plasticita sa charakterizuje na základe hodnoty medze tekutosti. Jemnozrnné zeminy sa delia na íly a silty podľa polohy v diagrame plasticity, Tabuľka 2. Konzistenčné medze sa stanovujú na podiele zeminy s časticami menšími ako 0,5 mm.

Podľa hodnotenia plasticity na základe polohy v diagrame plasticity uvedeného na Obr. 2 sa jemnozrnné zeminy členia na ílovité – symbol C a siltovité (prachovité) – symbol M. Klasifikačným kritériom plastických zemín je hodnota medze tekutosti w_L podľa Tabuľky 7. Hodnotenie fyzického stavu (konzistencie) jemnozrnných zemín (siltov a ílov) na základe indexu konzistencie I_C uvádza Tabuľka 8.

Tabuľka 5. Klasifikácia hrubozrnných zemín podľa indexu uľahnutosti

Označenie zemín podľa uľahnutosti	Index uľahnutosti I_D
Veľmi kypré	0,00 až 0,15
Kypré	0,15 až 0,35
Stredne uľahnuté	0,35 až 0,65
Uľahnuté	0,65 až 0,85
Veľmi uľahnuté	0,85 až 1,00

Tabuľka 6. Klasifikácia jemnozrnných zemín

Trieda	Názov zeminy	Symbol	Kvalitatívne znaky			
			Obsah jemných zŕn (%)	Pomer štrkovitej a piesčitej frakcie	Diagram plasticity (čiara A)	w_L (%)
F 1	Silt štrkovitý	MG	od 35 do 65	gr > sa	pod A	-
F 2	Íl štrkovitý	CG	od 35 do 65	gr > sa	nad A	-
F 3	Silt piesčitý	MS	od 35 do 65	gr < sa	pod A	-
F 4	Íl piesčitý	CS	od 35 do 65	gr < sa	nad A	-
F 5	Silt s nízkou a so strednou plasticitou	ML, MI	> 65		pod A	do 50
F 6	Íl s nízkou a so strednou plasticitou	CL, CI	> 65		nad A	do 50
F 7	Silt s vysokou, veľmi vysokou a s extrémne vysokou plasticitou	MH MV, ME	> 65		pod A	nad 51
F 8	Íl s vysokou, veľmi vysokou a s extrémne vysokou plasticitou	CH CV, CE	> 65		nad A	nad 51

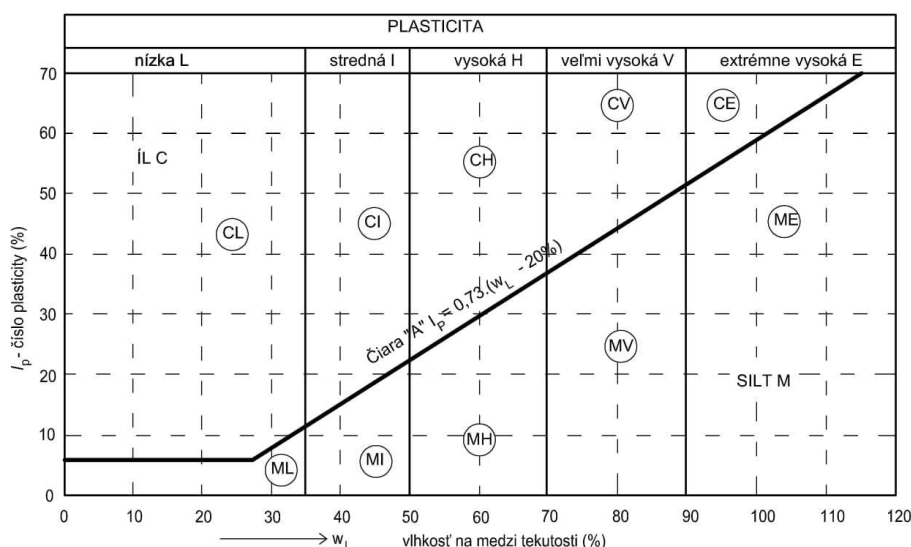
Poznámka: Hodnoty w_L , w_P , I_p sa určujú ako celé čísla

Tabuľka 7. Rozdelenie plasticity zemín

Označenie plasticity	Symbol	Medza tekutosti (w_L)
Nízka	L	< 35 %
Stredná	I	Od 35 % až 50 %
Vysoká	H	51 % až 70%
Veľmi vysoká	V	71 % až 90 %
Extrémne vysoká	E	> 90 %

Tabuľka 8. Konzistencia zemín podľa indexu konzistencie I_C

Konzistencia ílov a siltov	Index konzistencie (I_C)
Veľmi mäkká až kašovitá	< 0,25
Mäkká (mäkkoplastická)	od 0,25 do 0,50
Tuhá (tuhoplastická)	od 0,50 do 0,90
Pevná	od 0,90 do 1,30
Veľmi pevná až tvrdá	> 1,30



Obr. 2. Diagram plasticity zemín pre zrná < 0,5 mm

5 Vytýčenie stavby

Je to presné situačné a výškové osadenie stavby do terénu, podľa situačného výkresu. Najprv sa prekontrolujú údaje v teréne s projektom výškového osadenia stavby. Je to najmä výška budúceho chodníka, kanalizačnej prípojky atď. Po ich preverení sa začne s vytyčovaním stavebnej čiary a výšky budúceho chodníka. Stavebná čiara leží v rovine vonkajšieho líca prízemného muriva budúcej stavby. Poloha stavebnej čiary sa zafixuje betónovými blokmi a na nich označeným krížikom alebo drevenými kolíkmi so zatlčeným klincom.

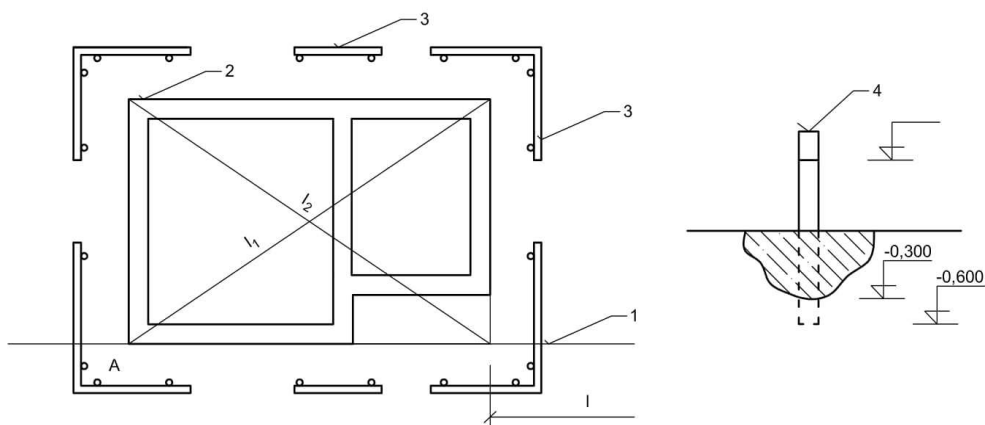
Ďalší krok je nivelácia pôvodného terénu. V závislosti od jeho rozlohy sa nivelácia zachytí v sieti, na ktorú sa pozemok rozdelí, alebo sa zhotoví vrstevnicový plán. Pri malých parcelách sa nivelácia zachytí v terénnych rezoch vedených charakteristickými miestami staveniska. Z niveláčnych údajov sa vychádza pri výpočte nákladov na zemné práce. Potom sa vytýčia a fixujú budúce múry stavby. Podľa vytýčených múrov stavby sa vytýčia obrysy budúceho výkopu, ktorý je potrebný na vytvorenie podzemných častí stavby i na vlastné základy. Budúca stavba sa fixuje lavičkami. Lavičky sa umiestňujú 1 až 2 m od obrysu výkopu.

Lavička sa skladá z horizontálnej dosky, ktorá je pripevnená na vertikálnych, do zeme zatlčených kolíkov.

Na dosku lavičky sa vynesú a fixujú vonkajšie a vnútorné plochy (obrysy) základov, suterénneho, prípadne prízemného muriva.

Lavičky môžu byť obyčajné alebo rohové. Obyčajné lavičky sa dávajú do miest, kde sa stretávajú dva múry v rámci pôdorysu, rohové sa umiestňujú k rohom dvoch múrov. Na lavičkách sa označujú aj iné dôležité body a čiary pôdorysu, napr. os symetrie pôdorysu,

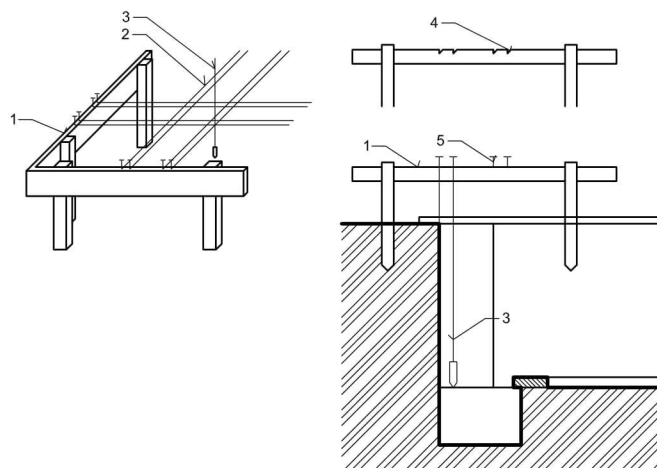
pracovná výška. Postup pri vytýčovaní stavby znázorňuje Obr. 3. Najprv sa vytýči stavebná čiara a podľa požadovanej vzdialenosti od suseda sa na nej určí bod A, v ktorom bude roh budúceho múru prízemí. Súbežne so stavebnou čiarou sa vytýči vonkajšia lícna plocha budúcich základov a vynesie sa najväčší opísaný obrazec (štvorec, obdĺžnik) vonkajších lícnych plôch ostatných základov vonkajších múrov. Na vytýčenie sa použijú geodetické prístroje. Dôležité je dodržanie pravých uhlov. Uhlopriečky l_1 a l_2 musia byť rovnako dlhé.



Obr. 3. Vytýčenie stavby – pôdorys:

1 – stavebná čiara, 2 – vonkajšie líce muriva, 3 – lavička, 4 – označenie pevného vodu, L – vzdialenosť od suseda

Po vytýčení a prekontrolovaní obrysového obrazca sa vytýčia vonkajšie lícne plochy ostatných základov, ktoré ležia vo vnútri obrazca. Vytýčené lícne plochy sa fixujú doskami, ktorých poloha sa na povrchu terénu zabezpečí kolíkmi. Ohraničujúce dosky vymedzujú aj budúci výkop zeminy.



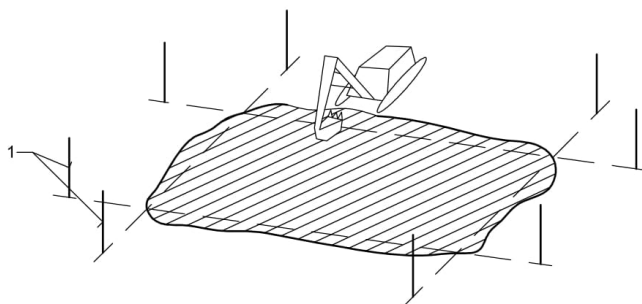
Obr. 4. Fixovanie lícnych plôch základov a hrúbok múrov klincami alebo zárezmi na lavičke:

1 – lavička, 2 – drôt, 3 – olovnica, 4 – zárezy na lavičke, 5 – klince na lavičke

Od strán obrysového obrazca sa priebeh vonkajších lícnych plôch základov preniesie pomocou napnutých šnúr a závaží na dosky protiľahlých lavičiek, kde sa fixuje klincami alebo zárezmi.

V súlade s projektom, výkresom základov sa od fixovaných vonkajších lícnych plôch základov na dosky lavičiek vynesú vnútorné lícne plochy základov, ďalej obidve lícne plochy suterénnych a prípadne aj prízemných múrov. Takto vynesené plochy sa opäť fixujú zárezmi alebo klineciami. Napnutím šnúry medzi fixované body ktoréhokoľvek líca múru na dvoch protíahlých lavičkách sa fixuje jeho líce. Pomocou závažia možno určiť ľubovoľný bod lícnej plochy daného múru, Obr. 4.

Pri strojnom výkope zeminy, keď stavebná jama nemá presne vymedzené okraje a prechádzanie ťažkých mechanizmov (ťažiacie stroje a dopravné vozidlá) by zničilo akékoľvek vytýčenie v blízkosti jamy, sa stanovia maximálne rozmery jamy výtyčkami tak ďaleko, aby neboli ohrozované a aby pracovník na ťažiacom stroji sa pri práci mohol medzi nimi opticky zameriavať. Až po skončení práce stroja, pre ručné dočistenie výkopu a ďalšie vytyčovacie práce sa postaví lavičky k výkopu a znovu sa skontroluje meranie. Smerové znaky zaisťujú v teréne hlavné osi stavby pre prípad, že pri práci boli poškodené lavičky a sú kontrolou správnej polohy vystavanej budovy.



Obr. 5. Vytýčenie strojného výkopu:

1 – smerové znaky

6 Zemné práce

Zemné práce sa zaoberajú rozpájaním hornín, premiestňovaním výkopku prípadne sypaniny, ich sypaním, vrátane ich prípadného zhutňovania alebo iného spevňovania a inými súvisiacimi prácami.

Zemné práce úzko súvisia so založením stavby a predstavujú zásahy do pôvodného terénu. Vytvárajú potrebné podmienky na realizáciu základových konštrukcií a podzemných častí budov.

To, aké sú konkrétne podmienky staveniska, do značnej miery ovplyvní postup a realizáciu zemných prác. A opačne, realizácia zemných prác môže výrazne zmeniť doterajšie pomery pozemku a jeho okolia. Dôležité je preto v rámci prípravných prác dbať na to, aby boli porasty zo staveniska odstraňované odborne a len v najnevyhnutnejšej miere, aby neboli narušené zdroje pitnej vody, minerálnych a liečivých vôd, či historické, archeologické a iné cenné nálezy. Taktiež nesmie byť porušená okolitá pôda a poškodené susedné jestvujúce objekty, ktoré v prípade potreby musia byť vopred zabezpečené. Ak sa z výkopov odčerpáva voda, ktorá znemožňuje základacie práce, nesmú sa tým odsávať alebo vyplavovať jemné častice zeminy pod susednými budovami, aby nedošlo k ich dodatočnému nerovnomernému sadnutiu a poškodeniu.

Zemné práce možno rozdeliť do troch etáp:

- prípravné práce,
- hlavné zemné práce,
- dokončovacie práce.

6.1 Prípravné práce

Realizujú prípravu staveniska odstránením všetkých prekážok v mieste budúcej stavebnej jamy, napr. odstránenie porastov, zbúranie starých plotov, zostatkov múrov, odstránenie ruín a kultúrnej vrstvy pôdy, ktorá sa použije na inom mieste alebo spätne pri úprave terénu. Odstrániť sa musí preto, lebo humus obsahuje živé mikroorganizmy, ktoré škodia stavebným hmotám. Súčasne sa zaistí odvádzanie zrážkových vôd, aby sa na stavenisku nehromadili a nestekali do budúcich výkopov. Stavenisko sa dočasne oplotí.

6.2 Hlavné zemné práce

Vytvárajú potrebné podmienky na realizáciu základových konštrukcií a podzemných častí budov ťažením zeminy.

Z geologicko-petrografického hľadiska sa pre všetky časti zemnej hmoty, t. j. pre skaly i zeminy používa spoločný názov hornina.

Hornina je spevnená alebo nespevnená zmes zŕn jedného alebo viacerých minerálov a úlomkov starších hornín. Pevná hornina je charakterizovaná pevnosťou pre skalné a poloskalné horniny. Nesúdržná alebo súdržná nespevnená, ľahko rozpojitelná hornina sa nazýva zemina. Horniny sa podľa svojich charakteristických vlastností a podľa obťažnosti rozpojovania a odoberania delia do 7 tried. Tieto triedy sa podľa dohody nazývajú *triedy ťažiteľnosti*.

Trieda horniny sa pri stavbách menšieho rozsahu určí na základe skúsenosti z okolitej výstavby a pri objektoch rozsiahlych alebo vyžadujúcich zvláštnu opatrnosť pri zakladaní sa určí podľa výsledkov inžinierskogeologického prieskumu.

Triedy hornín určuje STN 73 3050 Zemné práce a uvádza ich tab. 9.

Vlastné zemné práce sa delia na odkopy, výkopy, násypy a zásypy.

Odkop

Odkop je odstránenie zeminy zo strany, aby sa odstránili terénne nerovnosti. Steny odkopov nie je treba z bezpečnostných dôvodov zaistiť, pretože sa pracuje na voľných miestach a v malej hĺbke pod povrchom terénu.

Výkop

Pri výkopoch sa postupuje do hĺbky. Podľa rozsahu rozlišujeme:

- výkop stavebnej jamy, t. j. výkop dĺžky a šírky väčšej ako 2 m, napr. výkop pre suterén (I. PP),
- výkop ryhy, t. j. výkop široký menej ako 2 m a s prevládajúcou dĺžkou, napr. pre základové pásy, pre kanalizačné potrubie, vedenie inžinierskych sietí a pod.,
- výkop šachty, t. j. výkop s prevládajúcou hĺbkou a pôdorysnou plochou max. 36 m², napr. pre studne a šachty.

Tabuľka 9. Klasifikácia hornín podľa ťažiteľnosti

Trieda	Druh horniny	Príklady	Osobitné
1	Súdržné zeminy mäkkej konzistencie okrem ílovitých ($0,05 < I_c < 0,75$, $I_p < 17$)	ornica, hlinitý piesok, piesočná hlina, kyprý štrk	stavebný odpad a navážka charakteru horniny 1. triedy
	Nesúdržné kypré zeminy ($I_D < 0,33$, štrk $\varnothing$ 20 až 50 mm do 10 % celkového objemu)		
2	Súdržné zeminy tuhej konzistencie okrem ílovitých ($0,75 < I_c < 1,0$, $I_p < 17$)	hlinitý piesok, piesočná hlina, prachovitá hlina, stredne uľahnutý štrk	stavebný odpad a navážka charakteru horniny 2. triedy
	Stredne uľahnuté nesúdržné zeminy ($I_p = 0,33$ až $0,67$), zrná $\varnothing$ 50 až 100 mm max. do 10 % celkového objemu		
3	Súdržné zeminy pevnej až tvrdej konzistencie ($I_c > 1,0$, $I_p < 17$), ílovité s mäkkou a tuhou konzistenciou ($0,05 < I_c < 1,0$, $I_p > 17$)	piesočnatá hlina, hlina, spraš, ílovitá hlina, ílovitý piesok, štrk, zahlinený štrk, zvetraný ílovec, rozložená žula	stavebný odpad a navážka hornín charakteru 3. triedy
	Nesúdržné uľahnuté ($I_D > 0,67$), hrubý štrk do $\varnothing$ 10 cm bez obmedzenia a $\varnothing$ 100 až 250 mm do 10 % celkového objemu, štrk so súdržným tmelom ($I_p < 17$) a ílovitým tmelom ($I_p > 17$)		
	Slabo spevnené, navetrané, stredne spevnené a zvetrané polosklané horniny, rozložené skalné horniny		
4	Ílovité zeminy pevnej a tvrdej konzistencie ($I_c > 1,0$, $I_p > 17$)	íl, piesočnatý íl, ílovitá hlina, hrubý štrk s kameňmi, ílovec, navetraná ílovitá bridlica, zvetraný pieskovec, zvetraná žula	súdržné zeminy kašovitej a tekutej konzistencie ($I_c < 0,05$), tekutý piesok, stavebný odpad a navážka charakteru 4. triedy
	Hrubý štrk s kameňmi $\varnothing$ 100 až 250 mm do 50 % celkového objemu a s balvanmi do 0,1 m ³ do 10 % celkového objemu, štrk ílovitým tmelom pevnej a tvrdej konzistencie ($I_c > 1,0$, $I_p > 17$)		
	Zdravé stredne spevnené a navetrané spevnené polosklané horniny, zvetrané skalné horniny stredne a veľmi rozpukané		
5	Hrubý štrk s kameňmi $\varnothing$ 100 až 250 mm bez obmedzenia a s balvanmi do 0,1 m ³ do 50 % celkového objemu, nesúdržné zeminy zaradené do 4. triedy s ílovitým tmelom pevnej konzistencie	balvanitý štrk, pieskovec so slieňovým a ílovým tmelom, ílovité bridlice, tufity, navetraný granit	zamrznutá zemina, navážka hornín charakteru 5. triedy
	Zdravé polosklané horniny s hrúbkou vrstiev do 150 mm, navetrané skalné horniny s plochami deliteľnosti vzdialenými menej ako 150 mm		
6	Nesúdržné zeminy s balvanmi do 0,1 m ³ bez obmedzenia a nad 0,1 do 50 % celkového objemu	pieskovec, zlepenec s vápnitým tmelom, vápenec, dolomit, svor, rula, pórovitý čadič, arkóza, granit	zamrznutá zemina, navážka hornín charakteru 5. triedy
	Spevnené lavicovité polosklané horniny, zdravé, trhavinami ťažko rozpojiteľné skalné horniny s lavicovitou vrstevnatosťou a odlučnosťou do 1,0 m a sekundárnymi puklinami do vzdialenosti 250 mm		
7	Zdravé, trhavinami veľmi ťažko rozpojiteľné skalné horniny so vzdialenosťou plôch deliteľnosti väčšou ako 250 mm	kamenec, zlepenec s kremičitým tmelom, granit, čadič, andezit, amfibolit	

Násypy

Vyskytujú sa pri úpravách okolia stavby alebo pod podlahami nepodpivničených budov. Násyp sa robí na povrchu terénu a preto u neho prevláda plocha. Pred jeho zhotovením je potrebné upraviť podložie a očistiť ho napr. od snehu a ľadu, ornice a porastov alebo bahna.

Vhodné je podklad najprv zhutniť. Ak sa násypy robia na šikmom teréne, podklad sa najskôr stupňovito upraví, aby sa sypanina nezosúvala, Obr. 6.

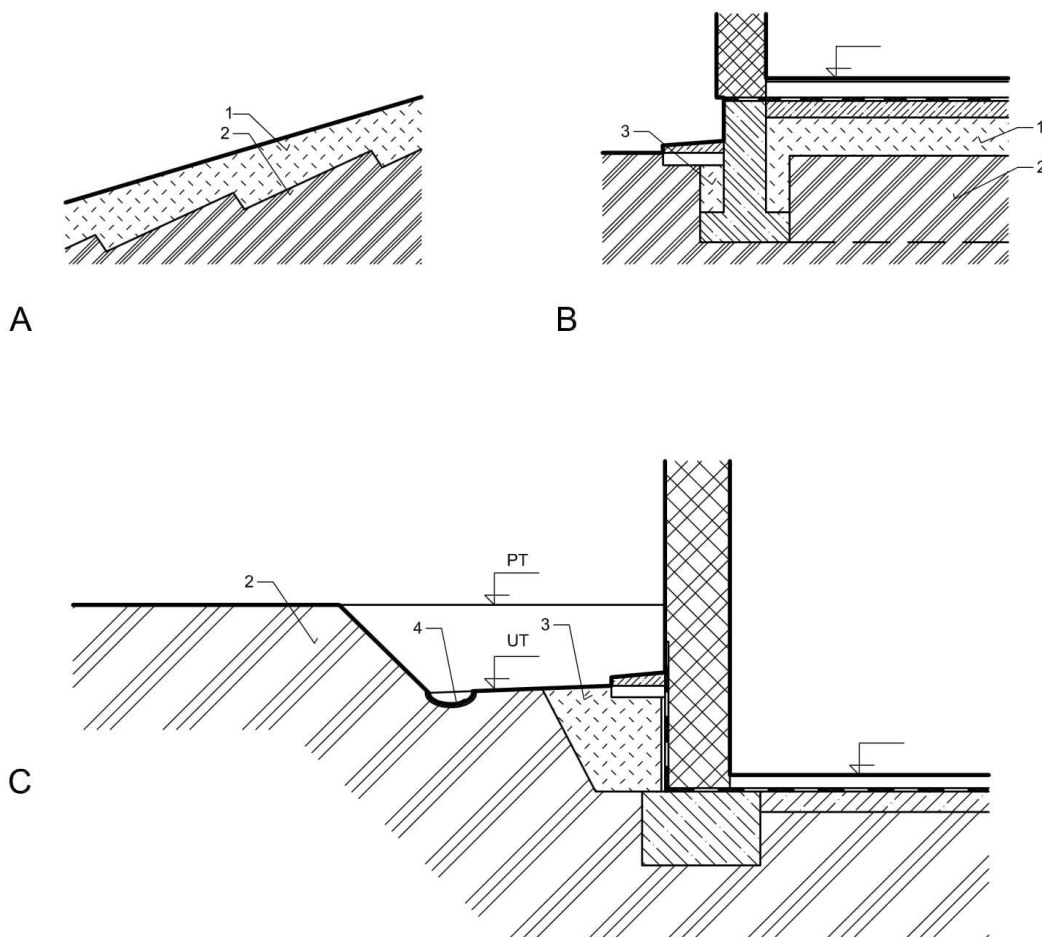
Zásypy

Zásypy vyplňajú priestor pod úrovňou okolitého terénu sypaninou, až po jeho úroveň. Pri zásypoch prevláda hĺbka. Zásypmi sa vyplňajú výkopy okolo stavby ktoré tvorili pracovný priestor, priestory nad stupňovitými základmi, potrubia uložené v ryhách a pod. Obr. 6 C.

Sypanina

Najvhodnejšou sypaninou sú nesúdržné, sypké zeminy – piesok, štrk, kamenistý materiál, pretože dobre roznáša zaťaženie. Tieto zeminy sú pevné, málo stlačiteľné, objemovo stále, vodopriepustné a nenamrzajúce. Zásypy z nich sa môžu robiť aj v mraze a za dažďa, dajú sa dobre zhutňovať. Málo vhodné sú sypaniny zo súdržných zemín, napr. hlíny, íly, spraše, ktoré pri vyššej vlhkosti majú menšiu pevnosť, sú plastické a pomerne nestále, zamrzajú alebo sa rozmáčajú. Nesmú sa ukladať zamrznuté, premáčané, pretože sa ťažko zhutňujú. Na zásypy je úplne nevhodná ornica, rašelina a bahnitá zemina.

Násypy aj zásypy sa musia robiť po vrstvách hrubých 150 až 400 mm. Každá vrstva sa musí dostatočne zhutniť, aby nedochádzalo k ich sadaniu. Sypanina by mala dosahovať určitú



Obr. 6. Dokončovacie zemné práce:

A – násyp na svahu, B – násyp pod podlahou, C – zásyp okolo budovy, 1 – násyp, 2 – pôvodná zemina, 3 – zásyp, 4 – odvodňovací rigol, PT – pôvodný terén, UT – upravený terén

vlhkosť, najmenej 18 až 24 %, čo je prirodzená vlhkosť zeminy v našich podmienkach. Pre zhutnenú sypanú konštrukciu sa určuje miera zhutnenia, alebo technologický postup zhutňovania. Vždy je potrebné pamätať na určité prevýšenie násypu alebo zásypu, lebo aj pri starostlivom zhutňovaní sypanina sadne. Preto je veľmi dôležité dôkladne zhutniť zásyp pod podlahou, pri ktorej by po sadnutí popraskal podkladový betón.

7 Svahované stavebné jamy

Stavebná jama je druh výkopu, ktorým sa v zemi vytvára voľný priestor potrebný pre zakladanie a postavenie časti stavby uloženej pod terénom. Podľa tvaru zvislého rezu jamou táto môžu byť:

- svahovaná jama, po obvode bočne vymedzená svahmi,
- pažená jama, po obvode bočne obmedzená paženými stenami,
- tesnená jama, bočne vymedzená tesnením, najčastejšie štetovnicami.

Uvedené druhy stavebných jam sa často kombinujú; napr. jama nad hladinou podzemnej vody býva svahovaná a pod hladinou tesnená. Po vyhlbení potrebného priestoru sa v stavebných jamách stavajú priamo na dne jamy plošné základy alebo sa zo dna jamy budujú hlbinné základy.

Svahové jamy sa používajú v suchej zemine aj pod hladinou podzemnej vody, kedy sa musí stavebná jama povrchovo alebo hĺbkovo odvodniť.

Svahové jamy nie je možné použiť v sídliskách a priemyselných areáloch, keď by svahy presahovali hranicu parcely. Pre svahy tak nie je miesto a jamy treba zabezpečiť pažením.

Veľkosť dna výkopovej jamy určujú pôdorysné rozmery stavby a pracovný priestor pre umiestnenie debnenia a pohyb pracovníkov – izolatérov. Navrhuje sa od 0,3 do 1,6 m. Určuje ju aj potreba umiestnenia odvodňovacích rigolov, drénov a zberných studní pri povrchovom odvodňovaní stavebnej jamy. Najmenšiu šírku pracovného priestoru pre zhotovenie izolácie a debnenia podľa STN 73 3050 Zmena a – 5/1991 uvádzajú tabuľky 10 a 11. Polohu pracovného priestoru uvádzajú Obr. 7 a 8.

Tabuľka 10. Najmenšie šírky pracovného priestoru na zhotovenie izolácie podľa STN 73 3050

Druh izolácie	Najmenšia dovolená šírka pracovného priestoru <i>b</i> v m pre pažené a otvorené výkopy
Náterové a vložkové izolácie spracované za horúca	1,2
Nátery za studena, natavované izolácie a izolácie fóliové	0,8

Obrys dna jamy pri strojnom hlbení nemôže byť príliš lomený, mal by tvoriť čo najjednoduchší obrazec spájajúci rohy stavby, s vynechaním drobných zalomení obrysu stavby, Obr. 9.

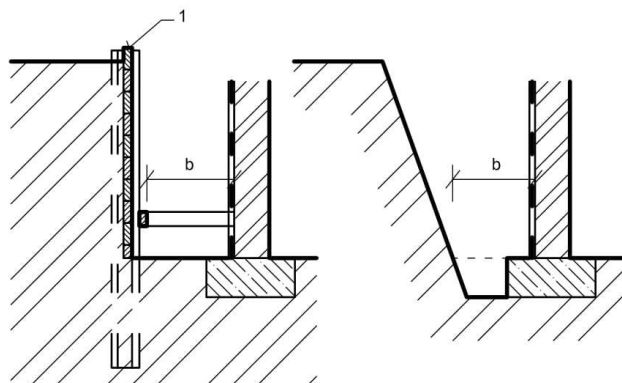
Tabuľka 11. Najmenšie šírky pracovného priestoru na použitie debnenia podľa STN 73 3050

Hĺbka výkopu	Najmenšia šírka pracovného priestoru b v m		
	Vrúbené výkopy	Nevrúbené výkopy so sklonom svahu	
		menším alebo rovným ako 1:0,6	väčším alebo rovným ako 1:0,6
do 4 m	0,6	0,3	0,5
4 m až 6 m	0,8	0,3	0,5
nad 6 m	1,0	0,3	0,5

Obr. 7.

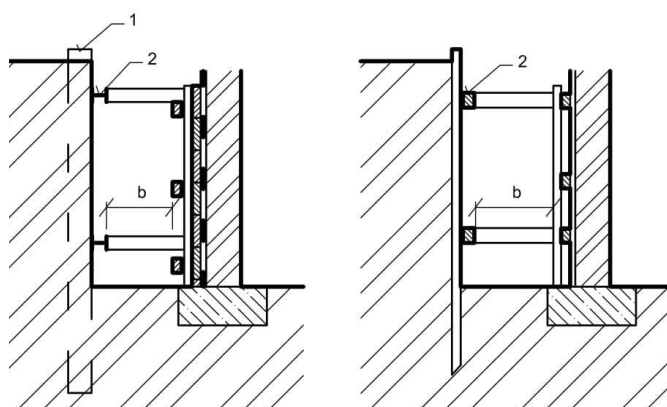
Najmenšie šírky pracovného priestoru na zhotovenie izolácie:

1 – záporové paženie



Obr. 8. Najmenšie šírky pracovného priestoru na použitie debnenia:

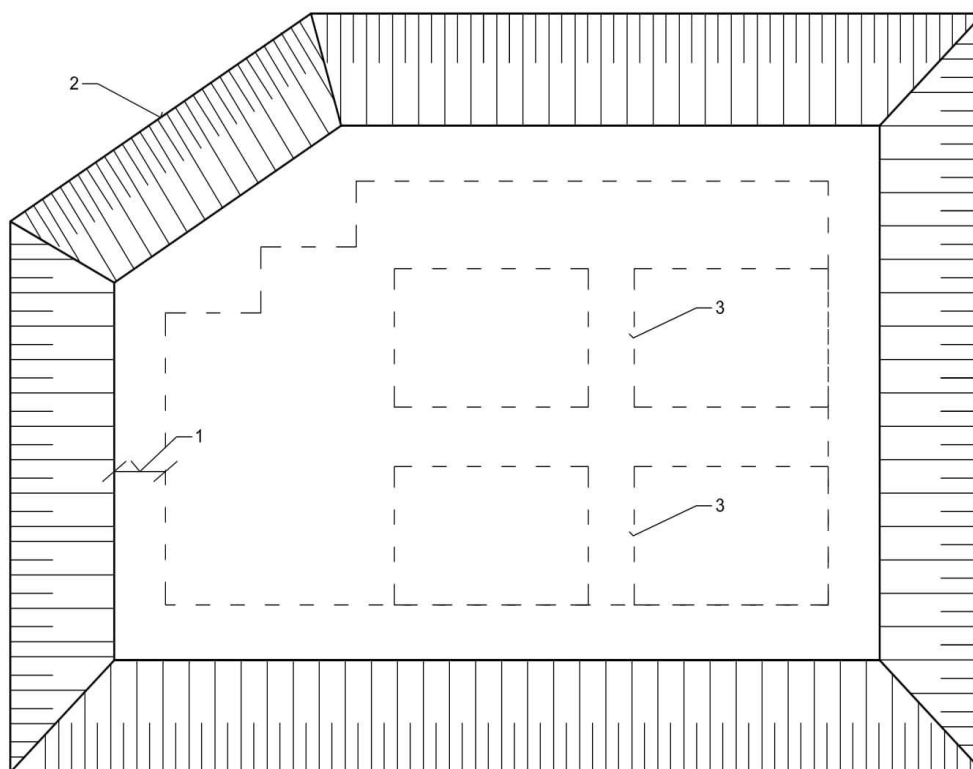
1 – štetovnicová stena, 2 – pozdĺžniky



Pri výkope stavebnej jamy sa musí chrániť základová škára pred poškodením, aby sa predišlo nakypreniu zeminy a následne zvýšenému sadaniu stavby. Hlavný výkop preto končí nad úrovňou základovej škáry v takej výške, ktorá zodpovedá predpokladanému namáhaniu. Pred prehnetením zeminy chôdzou ľudí ju ochráni hrúbka zeminy 0,2 m. Práca stavebných strojov si žiada hrúbku 0,5 m, účinok mrazu pri prezimovaní jamy 0,8 m a práca s trhavinami 1,0 m. Ochranná vrstva zeminy sa odoberá tesne pred realizáciou základov.

Steny výkopov sa zabezpečujú proti zasypaniu z dôvodu bezpečnosti pracovníkov a tiež preto, že dlhodobé pôsobenie poveternosti môže spôsobiť ich porušenie. Pred zasypaním sa výkopy chránia svahovaním alebo pažením.

Sklony svahov sa navrhujú v závislosti od fyzikálno-mechanických vlastností hornín, od výšky svahu, od sklonu terénu, od zaťaženia svahu, od pôsobenia tlaku podzemnej vody a prípadne od ďalších činiteľov.



Obr. 9. Pôdorys svahovanej jamy:

1 – rozšírenie dna pre odvodnenie, 2 – zjednodušenie obrysu, 3 – spoločná jama pre veľké základové pätky

Za plytké stavebné jamy sa považujú jamy hlboké 6 až 8 m. Stabilitu svahov týchto jám zvyčajne nie je potrebné preukazovať výpočtom. Stavebná jama v jemnozrnej zemi bez prítomnosti podzemnej vody hlboká 1,5 m môže mať steny výkopu zvislé. S ohľadom na stav zemi, najmä v nesúdržných zeminách alebo tam, kde sa musí počítať s opakovanými silnými otresmi, môžu byť výkopové jamy so strmými stenami len do hĺbky 0,7 m. Šikmé steny výkopov hlbších ako 3,0 m treba rozdeliť na podlažia vysoké najviac 2,0 m vynechaním horizontálnej plochy, tzv. lavičky širokej aspoň 0,5 m, Obr. 10.

Stavebné jamy v skalných horninách a hrubozrnných zeminách hlboké do 8 m sú stabilné pri dodržaní sklonov svahu podľa nasledujúcej tabuľky.

Tabuľka 12. Sklony svahov v skalných horninách a hrubozrnných zeminách

Hornina	Dočasný	Sklon svahu – trvalý
Zdravé skalné horniny	5 : 1	1 : 1,5 1 : 1,75
Navetrané horniny	3 : 1	
Balvanitý štrk	1 : 0,75	
Štrk s pieskom,		
Ostrohranný piesok	1 : 1,25	
Okrúhly hrubozrnný piesok	1 : 1,5	
Okrúhly jemnozrnný piesok	1 : 1,75	
Piesok vo svahu		
s vyvierajúcou vodou	1 : 2,5 až 1 : 3,5	

Dlhodobé sklony svahov zemín tuhej a pevnej konzistencie udáva tab. 13. Sklon svahu vyjadrený tangentou 1 : x znamená, že na jeden diel výškového rozdielu pripadá x dielov vodorovnej dĺžky.

Tabuľka 13. Sklony svahov v jemnozrnných zeminách

Zemina	Výška svahu (m)	Trvalý sklon svahu
Ílovitá hlina	0 – 3	1 : 1,25
	3 – 6	1 : 1,60
	6 – 9	1 : 1,75
Piesčitá hlina, prachovitý íl	0 – 3	1 : 1,25
	3 – 6	1 : 1,25
	6 – 9	1 : 1,4
Íl	0 – 3	1 : 1,25
	3 – 6	1 : 1,25
	6 – 9	1 : 1,25
Spraš	0 – 6	2,5 – 1

Približné sklony šikmých svahov v dočasných výkopoch podľa STN 73 3050 uvádza tabuľka 14.

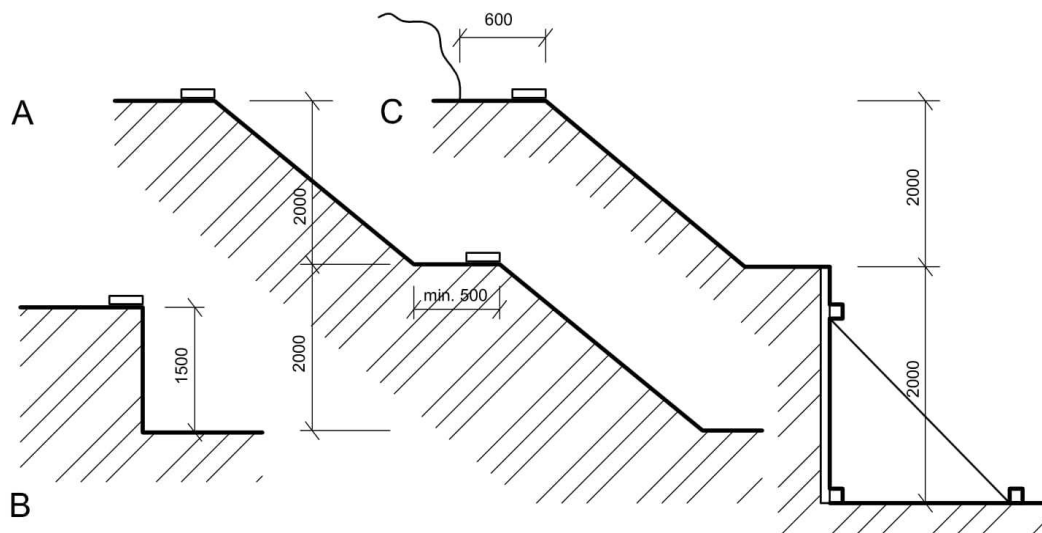
Pri použití tabuľkových hodnôt sa musia v priebehu zemných prác plniť tieto podmienky

- prehliadka svahov a okrajov výkopov na začiatku pracovnej zmeny a po každom prerušení prác,
- zákaz prevádzky strojov a zariadení v blízkosti výkopu,
- zákaz prídavného zaťaženia v priestore zakrivenej šmykovej plochy zeminy,
- zmiernenie sklonu svahov pri zväčšení obsahu vody v zeminách.

Tabuľka 14. Približné sklony šikmých svahov dočasných výkopov

Druh horniny	Dočasný sklon šikmého svahu
Prachová hlina	1 : 0,25
Ílovitý štrk	1 : 0,25
Hlina	1 : 0,25 až 1 : 0,50
Íl	1 : 0,25 až 1 : 0,50
Ílová hlina	1 : 0,25 až 1 : 0,50
Ílový piesok	1 : 0,50
Balvanovitý piesok	1 : 0,75
Hlinitý piesok	1 : 1
Piesčitá hlina	1 : 1
Piesčitý štrk	1 : 1

Ak nie sú podmienky použitia tabuľkových hodnôt na navrhovanie svahov dodržané, musí sa svah zabezpečiť podľa návrhu vyplývajúceho z výpočtu jeho stability. Stabilita svahov jám hlbších ako 6 až 8 m sa preukazuje výpočtom.



Obr. 10. Zabezpečenie výkopov proti zasypaniu tvarovaním stien výkopov v podmienkach bez prítoku spodnej vody do stavebnej jamy:

A – svahovanie stien výkopu, B – kolmé steny výkopu, C – pažená stena výkopu

8 Pažené a tesnené stavebné jamy

Často sa výkop robí v stiesnených podmienkach, ktoré neumožňujú šikmé steny výkopov. V takýchto prípadoch sa stavebné jamy zabezpečujú proti zasypaniu pažením. Paženie musí byť navrhnuté tak, aby zaisťovalo bezpečnosť pracujúcich pod stenami výkopov, zabránilo poklesu okolitého územia, znemožnilo zosúvanie stien výkopov a aby zabránilo ohrozeniu stability hotových alebo budovaných stavieb v susedstve.

Paženie je stena zhotovená z pažníc, ktorá podopiera zeminu. Rozoprenie je konštrukcia vo vnútri výkopu, ktorá zachytáva zemný tlak pôsobiaci na paženie. Kotvenie je konštrukcia, ktorá tlak pôsobiaci na paženie prenáša do základovej pôdy z vonku jamy. Rozoznáva sa paženie stavebných jám, rýh a šachtiet.

Jamy a ryhy sa pažia len vtedy, ak nie je možné jamy a ryhy svahovať. Šachty sa pažia vždy. Zvislé steny výkopu sa musia pažiť v sypkej zemine pri každej hĺbke výkopu, v súdržnej zemine od hĺbky 1,5 m, v ryhách v nezastavanom území od hĺbky 1,8 m. Predpokladom pre použitie paženia je suchá alebo odvodnená zemina.

Druhy paženia stien výkopov

- príložné,
- záporové,
- hnané,
- so štetovnicovou stenou,
- s pilotovou stenou,
- s podzemnými stenami.

Medzery vzniknuté po odstránení paženia medzi stenou výkopu a vstavanou konštrukciou musia byť vyplnené sypaninou alebo betónom.

8.1 Príložné paženie

Príložné paženie stien výkopov sa delí na vodorovné alebo zvislé.

Zvislé príložné paženie

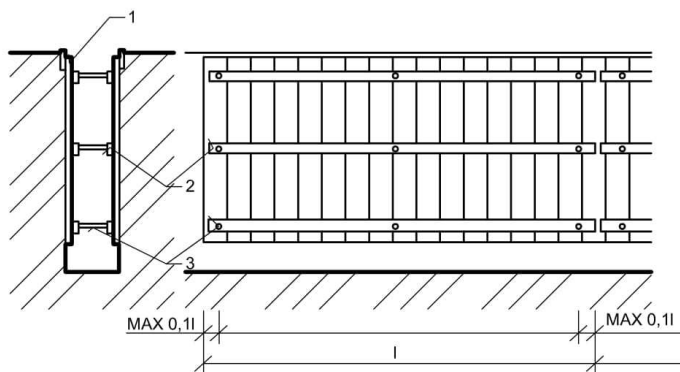
Keď výkop dosiahne určitú hĺbku, kedy je ešte stabilita svahu zachovaná, max. však 3,0 m

v súdržnej zemine, priložia sa na stenu výkopu vo zvislom smere pažnice. Sú to drevené fošne hrubé 40 až 70 mm kladené tesne vedľa seba alebo s medzerami širokými max. 200 mm. Pažnice sú pritláčané vo zvislých vzdialenostiach približne 1,0 m drevenými hranolmi pomocou rozpier (v úzkych výkopoch), alebo vzpier (v širokých výkopoch) k stenám výkopu, Obr. 11.

Paženie je možné zhotoviť aj z oceľových valcovaných profilov a pažnice nahradiť vlnitým plechom hrubým 5 mm a dlhým od 2 do 4 m.

Obr. 11. Zvislé príložné paženie:

- 1 – zvislé pažnice,*
- 2 – vodorovné zvlaky,*
- 3 – rozperry*



Vodorovné príložné paženie

Zahlinené piesčité zeminy je potrebné pažiť od začatia výkopových prác. Vhodnejšie je použiť príložné paženie s vodorovnými pažnicami, ktoré sa postupne s hĺbením výkopu zasúvajú nad sebou. Niekoľko radov pažníc sa prepojí zvislými príložkami – zvlakmi dlhými 0,8 až 1,5 m, o ktoré sa opierajú vodorovné rozperry, Obr. 12.

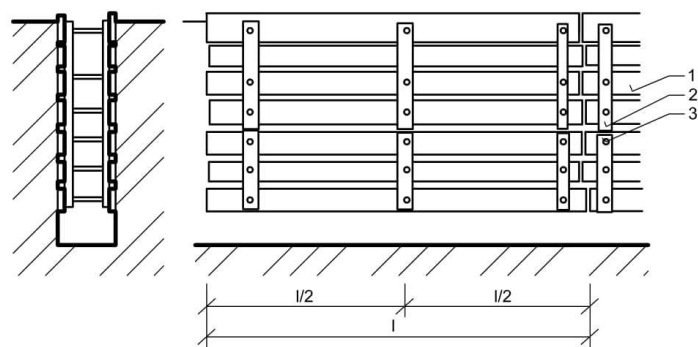
8.2 Hnané paženie

Používa sa málo, ale vhodné je v suchých pieskoch a mäkkom íle, ktoré si vyžadujú trvalé podopretie, aby nestratili stabilitu pri hĺbení šacht. Môže sa použiť i pod hladinu podzemnej vody do hĺbky 1 až 2 m. Na povrch zeminy sa najskôr položí drevený rám tvaru a veľkosti budúcej šachty. Za rám sa šikmo, smerom von z výkopu zarážajú pažnice dlhé aj 2,0 m v predstihu pred hĺbením tak, aby ich zaostrená špička bola stále votknutá do zeminy. Zemina medzi pažnicami sa vytlačí von. Pri vyhlbení šachty na 1,5 m sa založí pomocný rám a pokračuje sa s hĺbením. Keď sa pažnice celkom zarazia, založí sa druhý hlavný rám, za ktorý sa vháňa ďalší rad pažníc šikmým smerom, ktorý spája vnútornú stranu horného rámu a vonkajšiu stranu dolného rámu. Pažnice sa utahujú klinmi, Obr. 13.

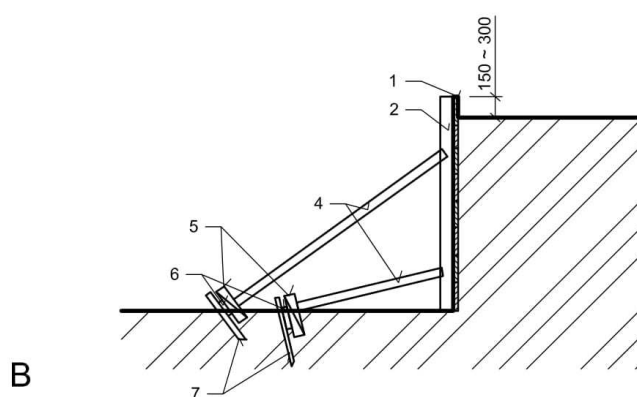
8.3 Záporové paženie

Paženia z dreva nie sú vhodné do jám hlbších ako 5 m, kde pôsobia veľké zemné tlaky. Na tieto účely je vhodné záporové paženie. Záporové paženie sú oceľové nosníky tvaru I, ktoré sa zabarania do zeminy pred začiatkom výkopu. Záporové paženie sú použiteľné do všetkých druhov zemín, do ktorých sa dá baraniť. Zemina musí byť suchá alebo odvodnená a stabilita steny odkrývanej vykopávkou musí dovoliť zaťahovanie vodorovných pažníc. Záporové paženie sa razia po obvode jamy s prírubami orientovanými rovnobežne so stenou. Medzi záporové paženie sa vkladajú pažnice v priebehu postupujúceho hĺbenia.

Záporové paženie sú širokopřírubové oceľové nosníky vysoké 240 až 400 mm, ktoré sa umiestňujú po obvode jamy v osovej vzdialenosti 1,5 až 3 m. Razia sa baranmi do požadovanej hĺbky, aj 20 m. Pod dno stavebnej jamy majú siahnuť aspoň 1,5 m.



A



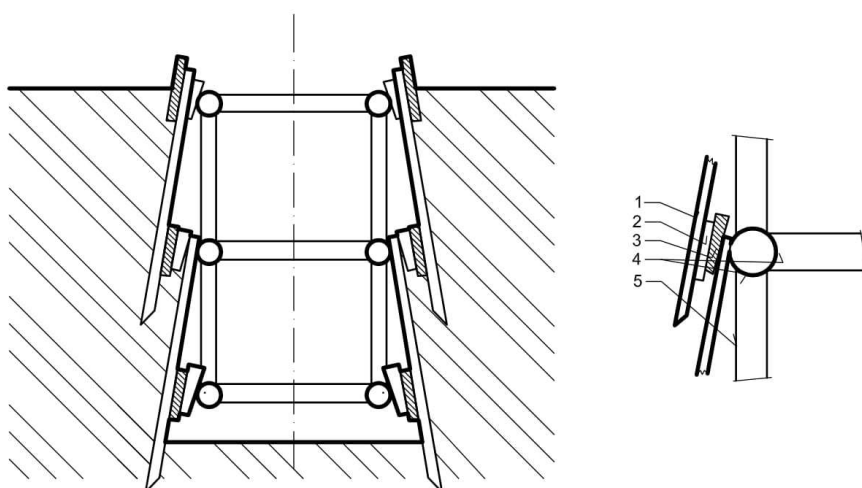
B

Obr. 12. Príložné paženie s vodorovnými pažnicami:

A – vodorovné pažnice s medzerami, zvislé zvlaky zaistené vodorovnými rozperami,

B – vodorovné pažnice, zvislé zvlaky zaistené šikmými vzperami

1 – vodorovné pažnice, 2 – zvislé zvlaky, 3 – rozpery, 4 – vzpery, 5 – 2 klíny, 6 – vodorovné zvlaky, 7 – zaisťovacie kolíky

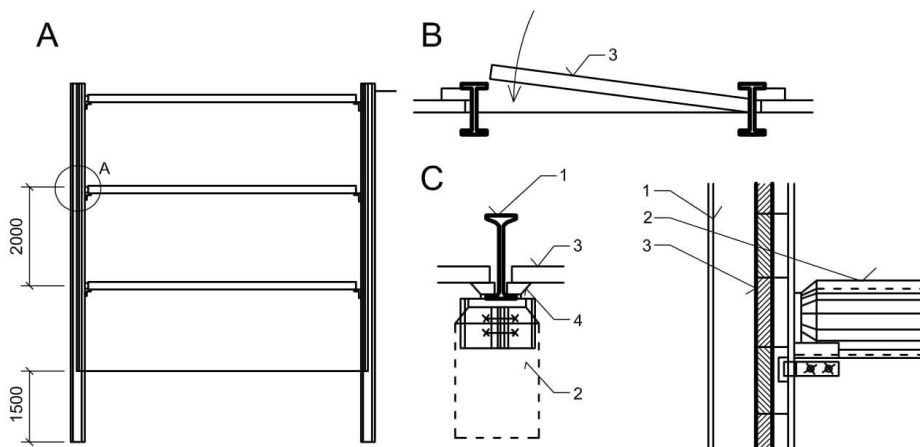


Obr. 13. Hnané paženie:

1 – pažnica, 2 – odstavnica, 3 – klin, 4 – rám, 5 – stĺpik

V štrkových zeminách je baranenie zápor obtiažne a v zastavanom území pre veľký hluk neprípustné. V takýchto prípadoch sa zápory vkladajú do vrtov s priemerom 500 až 800 mm. Vrty sa okolo záporu vyplňujú chudobným betónom, ktorý sa na líci steny obnaženej vykopávkou ľahko vybúra pri vkladaní pažnice.

Pažnice sa zasúvajú vo vodorovnej polohe medzi príruby. Ich dĺžka sa odmeriava na mieste, aby presne odpovedala skutočnej vzdialenosti zápor. Proti príрубе sa pažnice uťahujú klinmi. Paženie sa po stavbe vyťahuje len z ílovitých zemín, inak môže slúžiť ako stratené debnenie. Zápory sa rozopierajú naprieč cez jamu rozperami z drevenej guľatiny alebo oceľových valcovaných prvkov Obr. 14.



Obr. 14. Záporové paženie rozopierané cez jamu rozperou z jedného kusa:
A – zvislý rez paženou jamou, B – zaťahovanie pažnice, C – detail A

8.4 Štetovnicové steny

Štetovnicová stena, Obr. 15, je súvislá stena vytvorená štetovnicami, ktoré sa zvislo barania tesne jedna vedľa druhej. Stena sa do zeminy baraní, t. j. zaráža strojom nazývaným baran, ktorý je zavesený na lešení nazývanom baranidlo.

Účelom štetovnicovej steny je zachytiť vodný alebo zemný tlak. Štetovnicovými stenami sa tesnia stavebné jamy pod úrovňou hladiny podzemnej vody a tým vznikajú tesné stavebné jamy. Výhodné sú ako pevné paženie pri hĺbení jamy, kde záleží na tom, aby terén okolo jamy klesol čo najmenej, napr. pozdĺž budovy alebo pri stavbách pozdĺž železnice alebo električkovej trate.

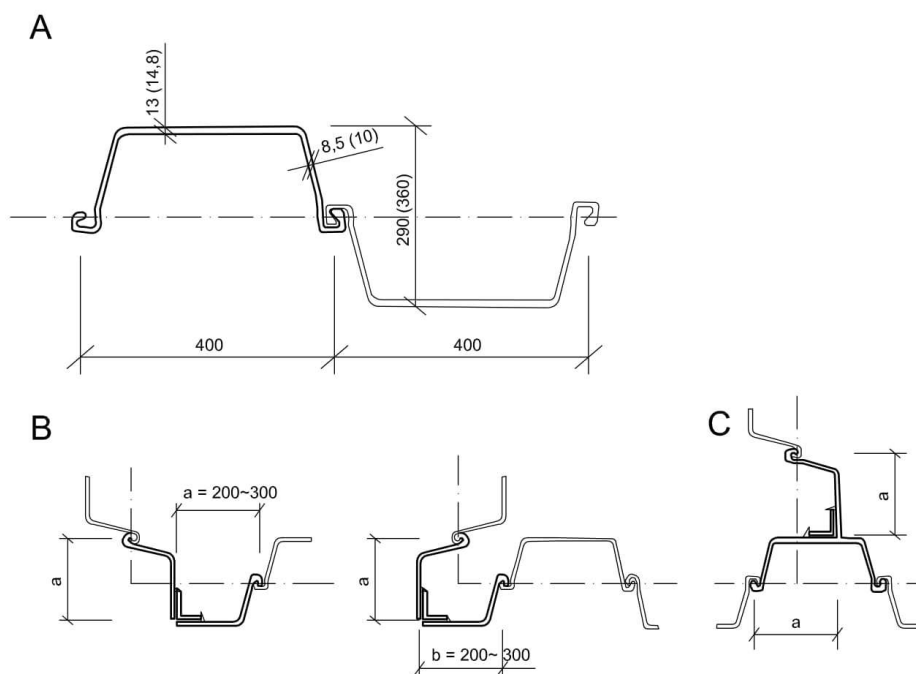
Vo veľkom rozsahu sa uplatňujú ako trvalé konštrukčné štetovnicové steny hlavne ako nábrežné steny, ochranu brehov pred eróziou atď.

Oceľové štetovnicové steny sa skladajú z oceľových štetovnic spojených zámkami. Majú tenké steny hrubé približne 10 mm, ktoré sa pri baraní dobre zarezávajú do zeminy, ak nie je balvanovitá. Môžu sa zarážať až do hĺbky viac ako 20 m.

Štetovnice typu Larsen majú tvar U a po oboch stranách sú opatrené rovnakými zámkami. Štetovnicová stena sa zostavuje pozdĺžnym zasúvaním zámku jednej štetovnice do druhej, pričom susedné štetovnice sa kladú striedavo vždy jedna naľavo a druhá napravo od osi steny. Pri baraní larsenovej steny okolo jamy treba v rohoch zmeniť smer steny. Možno to urobiť oblúkom s polomerom asi 4 m alebo náhlou zmenou smeru pomocou špeciálneho kusu, ktorý sa nazýva nárožie. Na pripojenie odbočujúcej steny sa vyrába odbočka, Obr. 15.

Oceľová štetovnica hrubá 10 mm vydrží v sladkej vode v miernom klimatickom pásme asi 80 rokov, v trópech asi 70 rokov. V slanej vode je trvanlivosť 40 až 50 rokov. V zemine je

príčinou porušovania ocelových štetovnic elektrochemická korózia. Môžu sa preto chrániť katodickou ochranou. Vo vlhkom vzduchu nad hladinou vody ich možno chrániť náterom.



Obr. 15. Ocelové štetovnice Larsen:

A – normálny profil, B – vytvorenie rohu špeciálnymi profilmi, C – odbočka

8.5 Pilótové steny

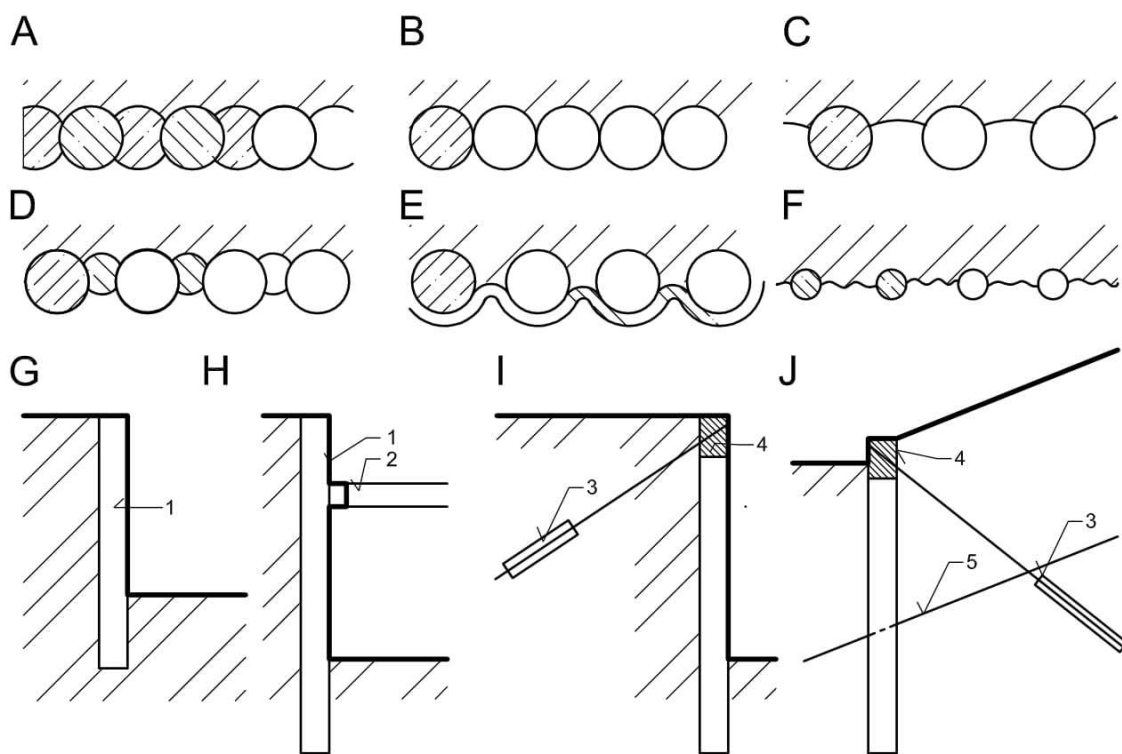
Pilótové steny pažia stavebné jamy, ak musia prenášať veľmi veľké zemné tlaky. Pilótové steny sa budujú ako trvalé konštrukcie, nakoľko spravidla súčasne tvoria aj hĺbkový základ, čím sú schopné preniesť hmotnosť stavby. Niekedy tvoria steny podzemných častí budov.

Realizujú sa ako veľkopriemerové vŕtané pilóty usporiadané vedľa seba tesne, alebo s medzerami. Medzery sa vhodne vyplňajú, v závislosti od toho, či má byť pilótová stena tesná proti vode. Tesnosť pilótových stien sa dosahuje utesnením stykov pilót injektážou. Vzájomné vzdialenosti pilót a spôsoby úpravy priestoru medzi nimi sú ovplyvnené vlastnosťami zeminy. Usporiadanie pilót vedľa seba umožňuje vystužiť každú pilótu (Obr. 16 B), pri prevŕtaných pilótach sa najprv vyhotovia nevystužené pilóty, potom sa medzi ne prevŕtajú pilóty, do ktorých sa vloží výstuž za účelom prenášania ohybových momentov od zemného tlaku, Takto vytvorená spojitá stena zabráňuje priesakom do priestoru stavebnej jamy.

Pri rekonštrukciách alebo pri stavaní v prielukách sa používajú steny z mikropilót, kde okrem pažiacej funkcie podopierajú základy okolitých budov, Obr. 16 F. Do prevŕtaného otvoru s priemerom 125 mm sa vložia perforované hrubostenné rúrky, ktoré sa tlakom preinjektujú a vytvoria tak spevnený stĺpec zeminy. Vzdialenosti mikropilót bývajú dvojnásobok až päťnásobok priemeru vrtu. Robia sa do hĺbky 9 m paženej jamy.

Pôdorysné usporiadanie pilótovej steny uvádza Obr. 16 A až F. Rozdelenie pilót z hľadiska statického pôsobenia uvádza Obr. 16 G až J. Votknutá pilótová stena nie je vhodná do veľmi

hlbokých stavebných jám. Lepšie statické pôsobenie pilótových stien sa zabezpečí zviazaním vencov v úrovni hláv a v každej úrovni rozopretia alebo kotvenia. Pilótové steny sú vhodné aj pri sanácii zosuvov. Pilóty aj koreňová časť kotiev musia siahať pod klznú plochu zosuvu, Obr. 16 J.



Obr. 16. Pilótové steny:

A – prevrtané pilóty striedaním vystuženej a nevystuženej, B – bez medzier, C – s medzerami, D – s medzerami vyplnenými injektážou, E – s torkrétovaným povrchom, F – stena z mikropilót, G – votknutá pilóta, H – rozopretá, I – kotvená, J – pilótová stena pri stabilizácii zosuvu, 1 – pilóta, 2 – rozpera, 3 – kotva, 4 – stužujúci veniec, 5 – klzná plocha zosuvu

8.6 Podzemné steny

Podzemné steny sú súvislé stenové konštrukcie siahajúce do hĺbok niekoľko desiatok metrov. Odolávajú veľkým tlakom zeminy, sú vodotesné a súčasne tvoria hĺbkové základy stavby. Zhotovujú sa monolitické podzemné steny alebo montované podzemné steny.

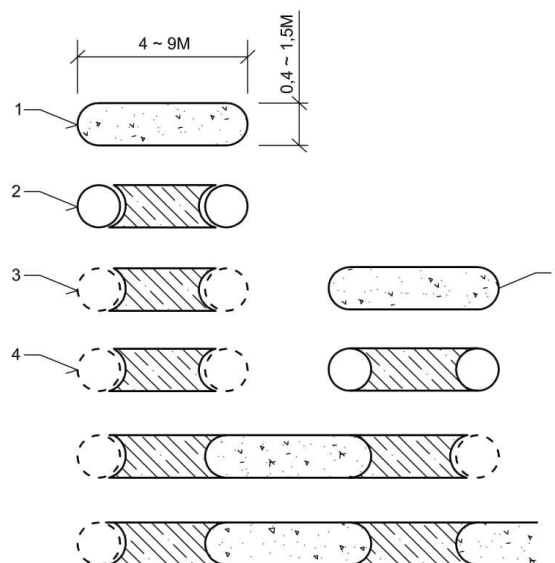
Monolitická podzemná stena sa buduje len pod ochranou pažiacej suspenzie. Je to mletý bentonit rozptýlený vo vode, ktorý vytvára na stenách ryhy tenký film, zabráňujúci unikaniu suspenzie do okolia. Vytvára sa tak vlastne paženie ryhy zabráňujúce prenikaniu vody do nej. Budovanie monolitickéj steny sa robí po sekciách. Najprv sa vyhlíbi ryha dlhá 4 až 9 m a široká 0,4 až 1,5 m a na koncoch sa osadia oceľové pažnice. Po vložení výstužného koša sa ryha zabetónuje. Za prvou sekciou sa ponechá nevyťažný stĺpec zeminy a ťaží sa v ďalšej sekcii. Oceľové výpažnice sa vytiahnu v priebehu tvrdnutia betónu. Postup zhotovenia podzemnej monolitickéj steny znázorňuje Obr. 17.

Prefabrikované dielce podzemných stien sa vkladajú do ryhy vyplnenej samotvrdnucou suspenziou. Dielce majú rôzne riešené spoje, samotvrdnúca suspenzia zložená z vody,

cementu, mletého aktivovaného bentonitu a chemických prísad v prvej fáze plní funkciu pažiacu, po zatvrdnutí zabezpečuje tesnosť spojov a vytvára tesniacu stenu, Obr. 18.

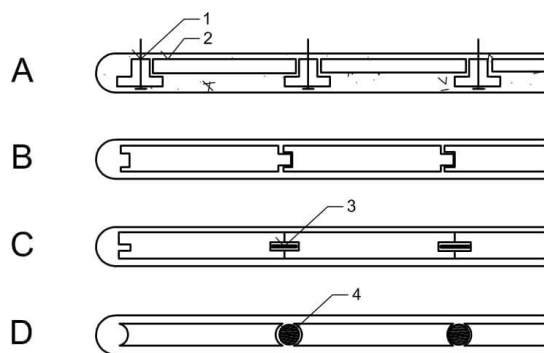
Obr. 17. Postup zhotovenia monolitickéj podzemnej steny:

- 1 – hĺbenie,
- 2 – oceľová výpažnica,
- 3 – výplň betónom,
- 4 – odstránená výpažnica



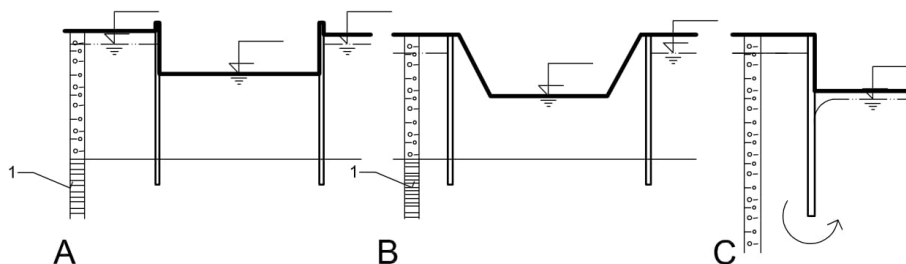
Obr. 18. Typy prefabrikovaných podzemných stien:

- A – z nosníkov a dosiek,
- B – dosky spojené na pero a drážku,
- C – styk tesnený gumovým tvarovaným pásom,
- D – tesnenie styku gumenou hadicou



8.7 Tesnené stavebné jamy

Ak podzemná stena siaha až do nepriepustnej vrstvy, jama je tesná, stena plní aj tesniacu funkciu. Ak je nepriepustná vrstva veľmi hlboko, voda obteká podzemnú stenu a voda dnom preniká do stavebnej jamy. Vznikajú problémy s odvodnením pritekajúcej vody a pôsobiaci vztlak ohrozuje stabilitu zeminy, nakoľko tesniace steny dostatočne neeliminujú nepriaznivé účinky prúdiacej vody, Obr. 19. V takýchto prípadoch je vhodné vybudovať tesniacu vaňu, čím sa znížia priesaky vody do stavebnej jamy.



Obr. 19. Funkcie stavebnej jamy:

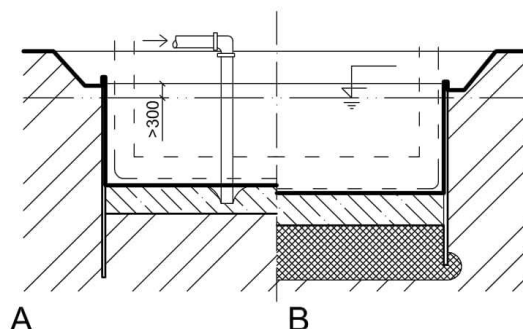
- A – pažiaci a tesniaci, B – tesniaci, C – pažiaci s možnosťou obtekania pažiackej steny

Tesniacu vaňu tvoria tesné podzemné steny a tesné dno ukotvené do stien. Dno vane sa vytvorí betónovaním pod vodou alebo injektovaním dna, Obr. 20.

Obr. 20. Tesniaca vaňa:

A – s dnom betónovaným pod vodou,

B – s injektovaným dnom



9 Vplyv podzemnej vody a odvodňovanie stavebných jám

Výskyt podzemnej vody na stavenisku, keď jej hladina prevyšuje úroveň dna stavebnej jamy, si vyžaduje samostatný prístup k riešeniu a realizácii zemných prác. Výkop stavebnej jamy, následne budovanie základov a hydroizolácií, musia byť robené v suchej stavebnej jame.

V danom prípade je potrebné urobiť dočasné odvodňovanie, ktorým sa zníži hladina na požadovanú úroveň dovtedy, kým stavebná konštrukcia svojou vlastnou hmotnosťou neprekročí hodnotu vztlaku podzemnej vody.

Zníženie hladiny podzemnej vody spôsobí zväčšenie objemovej hmotnosti predtým vodou nadsýtenej zeminy, čo má za následok vplyv na jej sadnutie. V zastavanom území môže spôsobiť nerovnomerné deformácie budov a môže ich poškodiť.

Návrh odvodňovania záleží od priepustnosti základovej pôdy, rozmerov stavebnej jamy a od zdroja prítoku. Priepustnosť zeminy je daná hodnotou súčiniteľa filtrácie k . Odvodňovanie môže byť povrchové alebo hĺbkové.

Ak sa stavebná jama nachádza

- vo veľmi priepustných zeminách, keď ju nemožno odvodniť; stavbu treba založiť v tesnenej jame,
- vo veľmi málo priepustných zeminách, napr. íl, jamu netreba odvodňovať, prítok je veľmi malý a voda sa stihne odpariť; odčerpať treba len zrážkovú vodu,
- v zemine, ktorú tvorí skala, štrk a hutný piesčitý štrk alebo hrubý nerovnozrnný piesok, je vhodné povrchové odvodňovanie,
- v zemine, ktorú tvorí pieskový štrk, jemný piesok je vhodné hĺbkové odvodnenie.

Na hĺbkové odvodnenie je možné použiť aj elektroosmózu, u nás sa používa málo.

Oblasť použitia jednotlivých druhov odvodnenia v závislosti od hodnoty súčiniteľa filtrácie uvádza nasledujúca tabuľka.

Tabuľka 15. Súčiniteľ filtrácie základovej pôdy a vhodné odvodnenie

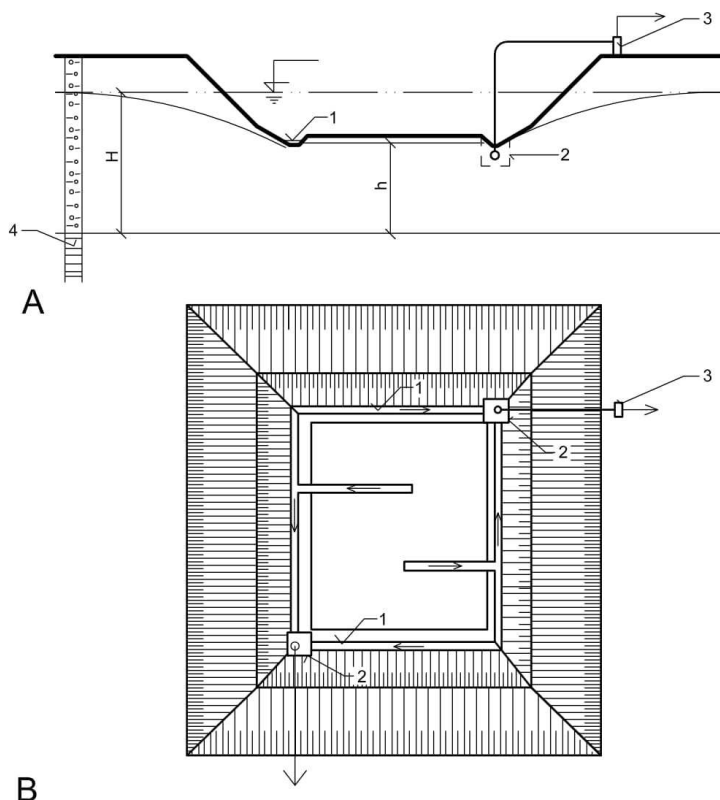
Ílovité zeminy	Hlina, jemný piesok					Piesok, štrk				
Súčiniteľ filtrácie k (m/s)	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}
netreba odvodňovať								tesniť		
								povrchové odvodnenie		
			hĺbkové odvodňovanie							
								vŕtané studne		
			elektroosmóza		vákuové ihly		gravitačné ihly			

Oblasti použitia spôsobov odvodnenia sa čiastočne prekrývajú, ovplyvnené sú rôznymi technickými a ekonomickými hľadiskami. Náklady na čerpanie sú veľmi vysoké, odvodňovací systém musí bežať nepretržite a pod stálou kontrolou. Zvlášť keď sa realizuje v zastavanom území.

9.1 Povrchové odvodňovanie

Povrchovým odvodňovaním sa odstraňuje voda vyvierajúca zo svahov a z dna stavebnej jamy. Pri väčšom prítoku vody dnom stavebnej jamy sa na dne vybuduje rúrková drenáž, ktorá odvedie vodu do obvodových rigolov alebo drénov. Drenážne rúrky musia byť na dne obsypané štrkom a povrch musí byť prekrytý lepenkou, aby sa pri betonáži neupchali. Rigolmi je voda v spáde odvádzaná do zbernej studne, odkiaľ sa čerpá, Obr. 21. Dno rigolov sa navrhuje v spáde 0,5 až 2 ‰. Jedna studňa sa navrhuje na 50 až 100 m dĺžky rigolu. Studne sa umiestňujú mimo obrysu stavby, blízko jej najhlbších častí. Robia sa zo skruží s priemerom 1,0 až 1,5 m. Jej najmenšia hĺbka je asi 1,2 m. Zníženie hladiny vody v strede jamy ($H - h$) je rozdiel medzi pôvodnou úrovňou a úrovňou po jej znížení, ktoré má byť min. 0,5 m pod dnom stavebnej jamy.

Pri menšom prítoku vody sa miesto obvodových rigolov navrhne obvodová rúrková drenáž. Povrchové odvodnenie je podstatne lacnejšie ako hĺbkové a je vhodné použiť ho v horninách, štrkovitých a piesočnatých zeminách s hodnotou súčiniteľa filtrácie $k = 10^{-4} - 10^{-2}$ m/s. Odčerpávaná voda sa odvádza do kanalizácie, do povrchového toku, alebo do vsakovacej jamy.



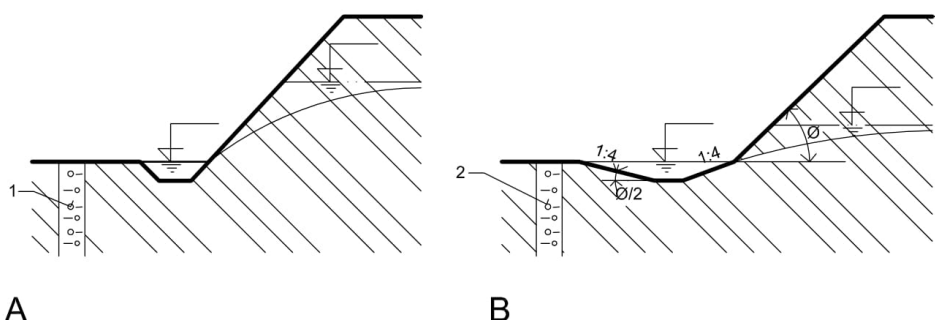
Obr. 21. Povrchové odvodnenie stavebnej jamy:

A – zvislý rez stavebnou jamou, B – pôdorys

1 – rigol, 2 – zberná studňa, 3 – čerpadlo, 4 – nepriepustná vrstva

Povrchové odvodňovanie je možné použiť aj vo vnútri tesnených jám, napr. štetovnicovými stenami. Ak tesniace steny zasahujú až do nepriepustnej vrstvy a steny sú tesné, prítok vody je malý. Väčší prítok bude vtedy, keď tesniace steny nezasiahnu do nepriepustnej vrstvy (situácia na Obr. 19 C).

Sklon svahov stavebných jám závisí od druhu zeminy. Hrubšie zeminy sa vyvierajúcou vodou nerozplavujú, preto sa svahy robia podľa zásad uvedených v časti 7. V jemnom piesku majú svahy polovičný sklon ako svahy v suchej zemine nad hladinou, Obr. 22. Kladie to veľké nároky na voľný priestor pre stavebnú jamu.



Obr. 22. Svahovanie stien stavebnej jamy pre povrchové odvodňovanie:
A – v hrubšej, priepustnej zemine, B – v jemnom piesku

9.2 Hĺbkové odvodňovanie

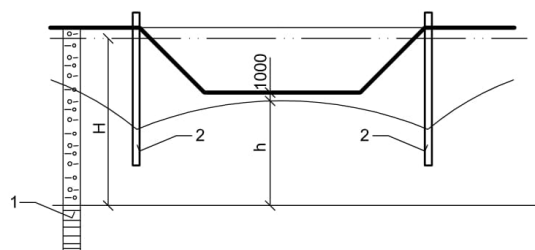
Hĺbkové odvodňovanie je také, pri ktorom sa nedovolí vode vyvierat' na povrch. Hĺbkovo sa odvodňuje vŕtanými studňami alebo čerpacími ihlami, ktoré sa do zeminy vplachujú. Studne alebo ihly sa napoja na spoločné sacie potrubie, ktoré mierne stúpa a na konci je osadené čerpadlo. Hlboké vŕtané studne sa čerpajú samostatne, každá má napojené čerpadlo.

Hĺbkové odvodňovanie vŕtanými studňami sa používa v priepustných zeminách, t. j. štrkoch a pieskoch so súčiniteľom filtrácie $k = 5 \cdot 10^{-5}$ až $5 \cdot 10^{-2}$ m/s. Ekonomicky je náročnejšie ako povrchové odvodňovanie.

Studne sa situujú čo najbližšie k stavbe. Vzdialenosť medzi studňami je daná 25 až 35-násobkom ich prierezu. Studne siahajú po nepriepustnú vrstvu. Ak je priepustná vrstva veľmi hrubá, vŕtané studne sa zahlbujú pod hladinu podzemnej vody približne na trojnásobok zníženia $h_0 = 3 \cdot (H - h)$. Sú to hydraulicky nedokonalé studne, Obr. 23.

Hladina vody sa znižuje natoľko, aby v strede jamy bola 0,5 až 1,0 m pod úrovňou dna.

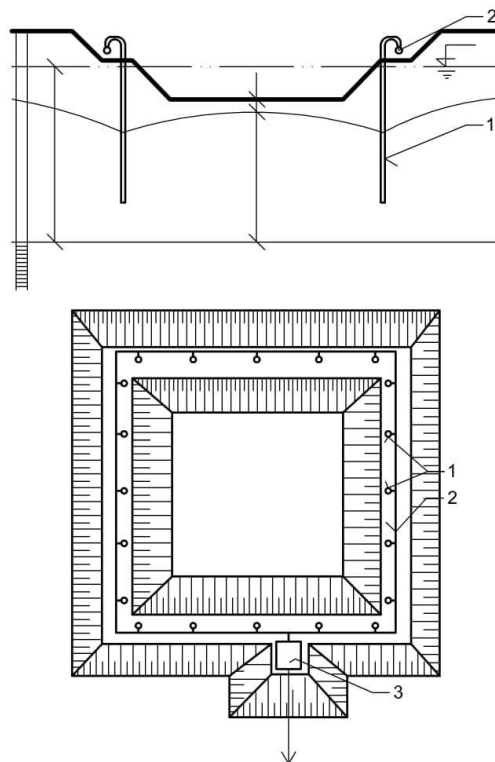
Obr. 23. Hĺbkové odvodnenie hydraulicky nedokonalými studňami pri prúde s voľnou hladinou



Hĺbkové odvodňovanie čerpacími ihlami sa používa v málo priepustných zeminách so súčiniteľom filtrácie $k = 10^{-5}$ až 10^{-4} m/s. Čerpacie ihly sú pomocou gumových hadíc napojené na zberné potrubie z oceľových rúr priemeru 150 až 200 mm. Uložené je v sklone 0,3 až 0,5 ‰ a stúpa smerom k čerpadlu. Sklon zabezpečuje stále odvzdušňovanie nasávacieho systému, Obr. 24.

Obr. 24. Hĺbkové odvodnenie stavebnej jamy čerpacími ihlami:

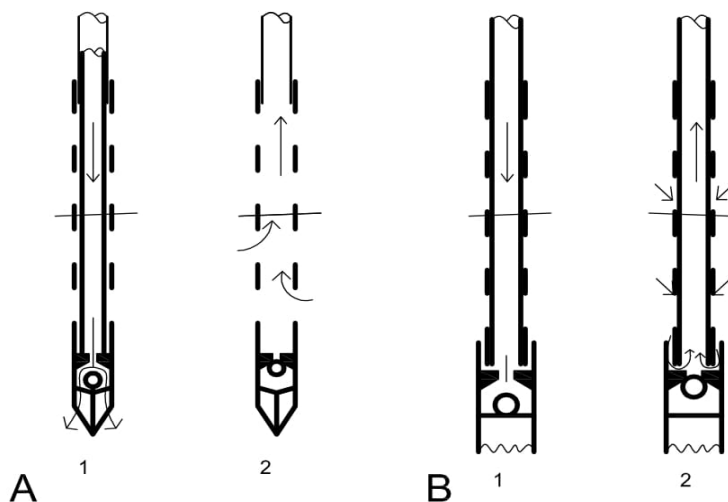
- 1 – ihla,
- 2 – koncovka,
- 3 – zberné potrubie



Čerpacia ihla sa skladá z ocelevej bezošvej rúrky, ktorá má priemer 40 – 50 mm a býva dlhá 6 až 8 m a má perforovanú koncovku dlhú od 0,8 do 1,6 m. Koncovka umožňuje vplachovanie ihiel a čerpanie vody. Môže byť jednoduchá alebo dvojité. Pri jednoduchej koncovke sa pri vplachovaní zasúva do čerpaciej ihly plná rúrka a po dosiahnutí požadovanej hĺbky sa vytiahne. Hladina vody nesmie klesnúť do perforovanej časti, lebo sa zavzdušní a vyradí ihlu z činnosti. Tomuto predchádzajú dvojité koncovky, pri ktorých je plná rúrka trvalou súčasťou koncovky a umožňuje vplachovanie ihly i čerpanie vody, Obr. 25. Počet ihiel sa dimenzuje. Vzájomná vzdialenosť medzi ihlami má byť min. 0,6 m, aby sa dali vpláchnuť, a max. 1,8 m, aby bola zaručená ich účinnosť.

Obr. 25. Koncovky čerpacích ihiel:

- A – jednoduchá koncovka,
- B – dvojité koncovka
- 1 – pri vplachovaní,
- 2 – pri čerpaní



10 Príklad výkresu výkopov

Pri kreslení výkopov sa vychádza z pracovnej plochy (PP), ktorá môže byť zhodná s pôvodným terénom (PT), s povrchom terénu po odobratí vrstvy ornice, prípadne s povrchom vopred hrubo upraveného terénu.

Pôdorys výkopov sa zobrazuje ako pohľad zhora so zakreslením obrysu dna hlavných figúr (jama, ryha a pod.), hĺbených od pracovnej plochy, veľmi hrubou plnou čiarou, s označením ich relatívnych výškových úrovní. Hrubou plnou čiarou sa vyznačí obrys dna vedľajších figúr (ležiace nižšie ako je dno hlavnej figúry), uhlopriečne sa prečiarknu tenkou plnou čiarou a označia sa arabskými číslicami doplnenými ich hĺbkou. Šikmé plochy výkopu sa zobrazujú svahovými šrafami alebo šípkami v smere sklonu. Sklon sa udáva tangensovým pomerom, v percentách, prípadne uhlových stupňoch. Vonkajší obrys obvodových stien a obvodových stĺpov sa kreslí hrubou bodkočiarkovanou čiarou.

Zvislé rezy vo výkrese výkopov sa zobrazia spravidla mimo pôdorys. Obrys stavebnej jamy sa zakreslí veľmi hrubou plnou čiarou, obrysy výkopu viditeľné v pohľade pred rovinou rezu hrubou plnou čiarou a zakryté pred rovinou rezu hrubou čiarkovanou čiarou. Úroveň hladiny podzemnej vody aj obrys pôvodného terénu sa kreslí tenkou bodkočiarkovanou čiarou s dvomi bodkami. V niektorých prípadoch možno priamo do pôdorysu výkopu bez jeho prerušenia zobraziť sklopené rezy jednotlivých častí výkopov tenkými čiarami a s vyšrafovaním priľahlej zeminy, Obr. 26.

11 Progresívne technológie zemných prác

Budovanie viacpodlažných suterénov si vyžaduje rozsiahle výkopy stavebných jám. Technológia ich realizovania je ovplyvnená vlastnosťami zeminy, výskytom podzemnej vody, skutočnosťou, či novostavba bude stáť samostatne alebo v prieluke a nakoľko ovplyvní stabilitu jestvujúcich budov. V náročných podmienkach je výhodné na zemné práce použiť technológiu umožňujúcu ťažiť v sypkých zeminách a tiež vtedy, ak sa vyskytuje podzemná voda. Takéto požiadavky spĺňa metóda tryskovej injektáže.

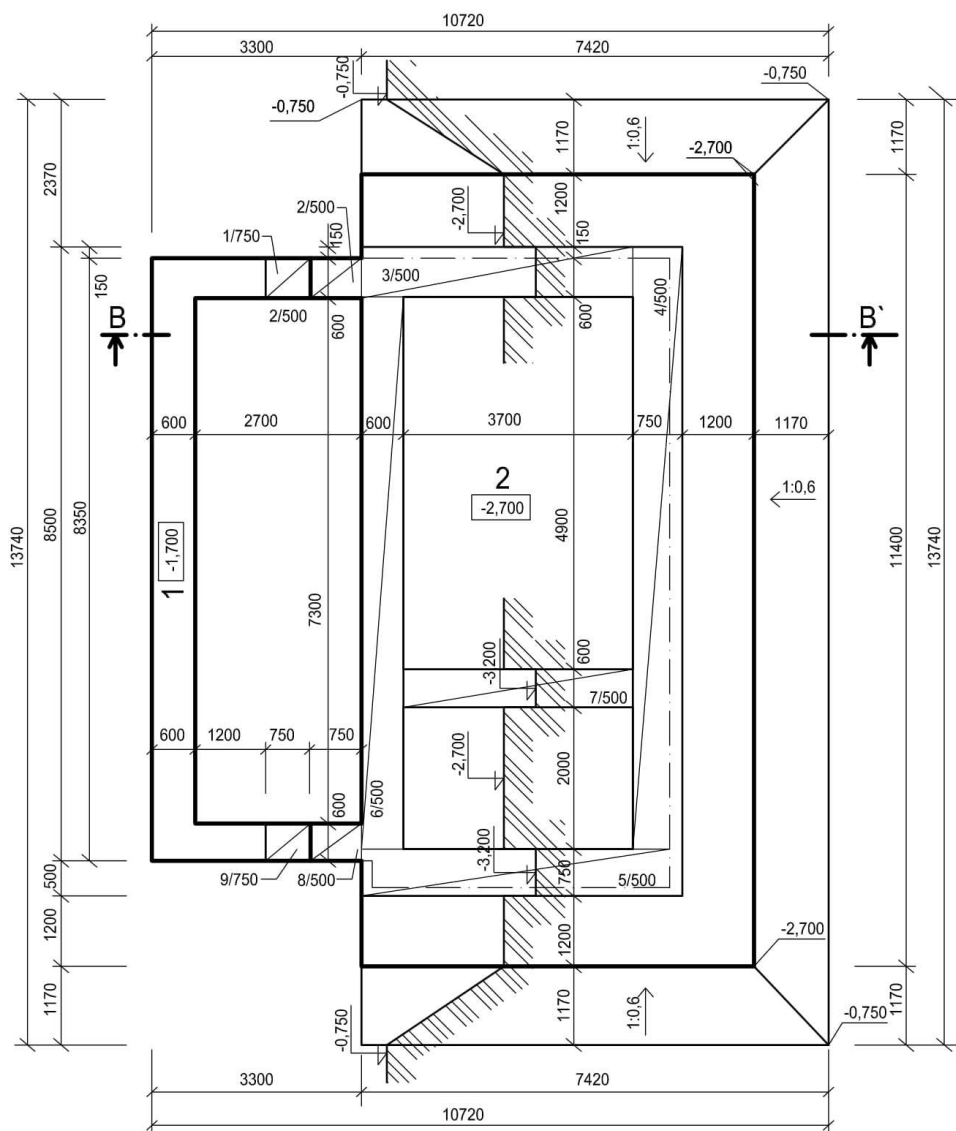
11.1 Metóda tryskovej injektáže

Touto metódou sa spevňuje zemina samotvrdnúcou suspenziou pomocou rezného lúča, ktorý sa pohybuje rýchlosťou min. 100 m/s. Rezný lúč pozostáva z vody alebo cementovej suspenzie a môže byť tiež obalený vzduchovým lúčom. Rezný lúč rozrušuje zeminu okolo vrtu až do vzdialenosti 2,5 m v závislosti od druhu zeminy, zvolenej metódy a zloženia použitej suspenzie. Metóda je vhodná do zemín fľovitých, prachových, do piesku aj štrku.

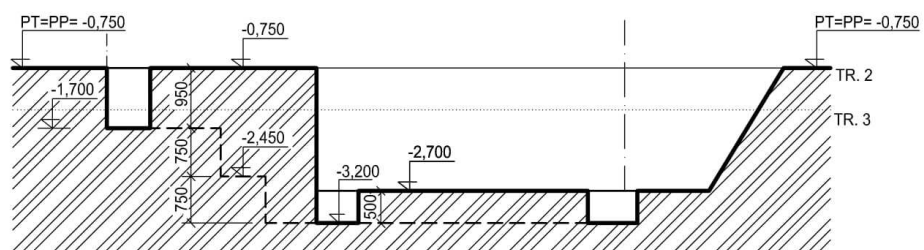
Trysková injektáž sa vykonáva v troch krokoch:

- *vrtanie*; vrtné sútyčie sa zavŕta spolu s tryskami a vrtnou korunkou. Vrtanie je podporované výplachom zo suspenzie, čím vytvorí medzikružie medzi sútyčím a okolitou zeminou pre odtok výplachu.
- *erodovanie*; rozrušenie zeminy začína na najnižšom mieste projektovanej hĺbky. Cez vytvorené medzikružie vyteká prebytočná zmes vody, zeminy a cementu.
- *spevňovanie*; súčasne s rozrušením zeminy sa turbulentne, pod tlakom premieša cementová suspenzia s okolitou zeminou. Až do zatuhnutia sa v každom stĺpe udržuje pretlak vo vrte.

Trysková injektáž účinkuje v základovej pôde podľa druhu úlohy ako teleso na spevnenie alebo tesnenie, prípadne ich kombinácia. Tesniaci účinok proti pritekajúcej vode sa dosiahne použitými suspenziami s pridaním bentonitu.



PŮDORYS VÝKOPOV M1:50



REZ B-B' M1:50

Obr. 26. Příklad výkresu výkopov

Metóda tryskovej injektáže má tri varianty. Ich voľba závisí od vlastností základovej pôdy a požadovanej geometrickej formy telesa.

Jednozložkový variant razí a spevňuje zeminu bez vzduchového lúča. Používa sa na malé a stredné priemery stĺpov.

Dvojzložkový variant s cieľom zvýšiť erózný výkon a tým zväčšiť dosah lúča, je lúč suspenzie navyše obalený cez kruhovú trysku vystupujúcim vzduchovým lúčom. Dvojzložkový variant sa používa na lamelové podzemné tesniace steny a tesnenie dna.

Trojzložkový variant eroduje zeminu vzduchom obaleným vodným lúčom, ktorý vystupuje z trysky. Ďalšou tryskou umiestnenou pod vodnou tryskou sa pridáva súčasne cementová suspenzia s tlakom väčším ako 1500 kPa. Trojzložkový variant sa používa najmä na podchytávanie, na tesniace steny a tesniace dna.

Prvky môžu mať rôzne geometrické tvary – stĺpy, lamelové steny, kazetové steny a môžu slúžiť ako paženie, tesniace steny, tesniace dna, podchytávanie základov, rekonštrukciu základov, spevnenie oporných múrov, pri stavbe tunelov.

Ako ďalšie možnosti zaistenia stien výkopových jám proti porušeniu sa používajú zemné klinec a kotvy v kombinácii s betónom vystuženým zváranými KARI sieťami.

11.2 Zemné klinec

Zemné klinec sa používajú na vystuženie a zosilnenie svahov pri hĺbení výkopov alebo na zabezpečenie stability svahov. Často sa kombinujú so striekaným betónom vystuženým KARI sieťami.

Klinec sú prvky namáhané ťahom a zemným tlakom a ich dĺžka sa navrhuje tak, aby eliminovala vplyv prípadnej šmykovej plochy svahu. Klinec nie sú predpäté prvky, sú aktivované vplyvom deformácie zeminy. Rozmiestnenie klinec za bežných podmienok je zvyčajne pravidelné.

Telo zemného klinca tvorí oceľový profil z betonárskej výstuže s dištančníkmi, ktorý je vložený do vrtu vyplneného cementovou zálievkou. Zálievka tvorí primárnu ochranu zemného klinca pred koróziou. Takto zhotovené zemné klinec sa považujú za dočasné konštrukčné prvky.

Trvalé zemné klinec musia mať dvojitú protikoróznú ochranu. Primárnu antikoróznú ochranu tvorí cementová zálievka a sekundárnu zaisťuje materiál klinca. Sú buď z antikorózneho materiálu, alebo je povrch betonárskej výstuže antikorózne ošetrený.

Hlava klinca môže byť riešená jednoduchým ohybom tela klinca pri ústí vrtu a pod ohyb sa pretiahne priamy prút dĺžky 0,5 m. Alebo je klinec tvorený závitovou tyčou a hlavu tvorí roznášacia doska s maticou.

11.3 Horninové kotvy

Kotva je konštrukcia, ktorá prenáša ťahové napätie do únosnej vrstvy podložia.

Kotvy sa využívajú pri pažiacich konštrukciách rôzneho typu, v kombinácii s ďalšími konštrukčnými prvkami na zaistenie stability svahov.

Z hľadiska použitého materiálu sa kotvy delia na:

- tyčové, zhotovené zo stavebnej ocele, betonárskej výstuže, prípadne z predpínacej ocele,
- lanové, zhotovené z jedno a viac prameňového oceľového lana.

Z konštrukčného hľadiska každý typ kotvy pozostáva z hlavy, tiahla a koreňa. Hlava prenáša ťahovú silu vyvolanú kotevnou konštrukciou cez tiahlo, tzv. voľnú dĺžku, do koreňa kotvy, tzv. kotevnej dĺžky, ktorá je vytvorená pomocou injektáže a zakotvená v únosnej vrstve, do

ktorej sa ťahová sila prenáša. Pre konkrétnu konštrukciu navrhuje projektant počet kotiev, ich sklon, dĺžku a umiestnenie. Musí zohľadniť konkrétne obmedzenie staveniska a jeho okolitého prostredia ako sú ekologické pomery, hladina podzemnej vody, inžinierske siete, priliehajúce podzemné konštrukcie.

Z hľadiska životnosti sa kotvy delia na dočasné (do 2 rokov) a trvalé (viac ako 2 roky). Rozdiel medzi dočasnou a trvalou kotvou je v dvojitej antikoróznej úprave tela kotvy a kotevnej hlavy.

Tyčové kotvy sa robia ako dočasné aj trvalé, s predpätím alebo bez predpätia. Na kotvy bez predpätia sa môže použiť betónárska výstuž.

Lanové kotvy sa robia tiež v trvalom alebo dočasnom vyhotovení, avšak vždy ako predpäté. Samotné kotvy sú tvorené s 1 – 12 prameňmi zo špeciálneho popúšťaného 7 prameňového oceľového lana s priemerom 15,5 mm s pevnosťou až 1800 MPa.

12 Zakladanie budov

Zakladanie budov je vytváranie takých konštrukčných prvkov stavby, ktoré prenášajú zaťaženie vyvolané stavbou do základovej pôdy. Konštrukčný systém budovy, základové konštrukcie a základová pôda sa spoločne podieľajú na zabezpečení stability celej stavby.

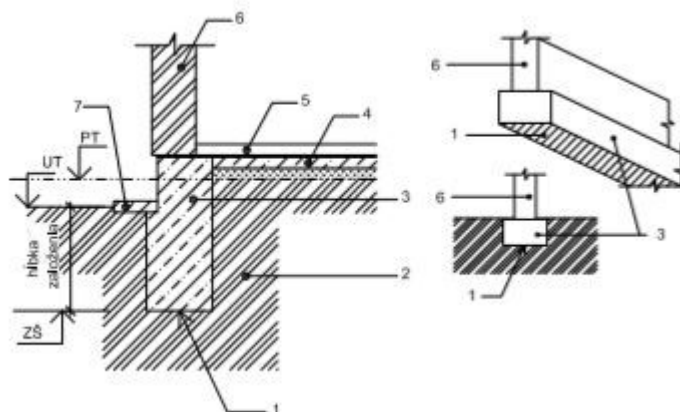
13 Druhy základov

Základ je najspodnejšia časť stavby, ktorá prenáša zaťaženie celej stavby do základovej pôdy. Tvar a konštrukčné riešenie základových konštrukcií závisí predovšetkým od hmotnosti a tvaru nosného konštrukčného systému budovy a od kvality základovej pôdy. Pri návrhu základov rozhoduje veľkosť a spôsob zaťaženia a vlastnosti základovej pôdy. Pri voľbe spôsobu zakladania zohľadňujeme najjednoduchšie, najlacnejšie a najrýchlejšie spôsoby zakladania, až po náročnejšie a nákladnejšie, v závislosti od veľkosti a spôsobu zaťaženia, zloženia a vlastností základovej pôdy. Až po dôkladnom zvážení sa môžeme rozhodnúť, ktorý návrh zakladania zabezpečí podmienky stability konštrukcie budovy aj z ekonomického hľadiska najvýhodnejšie. *Podľa prenosu zaťaženia* do základovej pôdy rozdeľujeme základové konštrukcie do dvoch skupín na *plošné a hĺbkové základy*.

Plošné základy prenášajú zaťaženie plochou (najčastejšie vodorovnou) priamo do únosnej základovej pôdy. Medzi plošné základy patria:

- základové pásy,
- základové rošty,
- základové pätky,
- základové dosky,
- krabicové základy.

Hĺbkové základy prenášajú zaťaženie stavby bodovo rozmiestnenými zvislými základovými prvkami cez plošné základy, na ktorých spočíva nosná konštrukcia stavby, do väčšej hĺbky na primerane únosné a málo stlačiteľné vrstvy. Navrhujú sa v takých prípadoch, keď únosná a málo stlačiteľná základová pôda sa nachádza vo väčšej hĺbke pod povrchom terénu a použitie plošných základov, by bolo zo statických, konštrukčných alebo ekonomických dôvodov nevýhodné (napr. pri radovej zástavbe, v prielukách). Niekedy sa hĺbkové základy navrhujú aj z hľadiska



Obr. 27. Základová škára:

1 – základová škára, 2 – základová pôda, 3 – základová konštrukcia, 4 – podkladový betón, 5 – konštrukcia podlahy, 6 – zvislá nosná konštrukcia – stena, 7 – odkvapový chodník, UT – upravený terén, PT – pôvodný terén

bezpečnosti samotnej novostavby alebo okolitých stavieb. Avšak pri voľbe hĺbkových základov musia rozhodovať statické podmienky nad ekonomickými. Pri návrhu je potrebné zvážiť použitia plošného základu väčších pôdorysných rozmerov, alebo kombináciu plošného základu so zlepšením základového podložia miesta stavby. Hĺbkové základy sa delia na:

- pilóty
- mikropilóty,
- podzemné steny,
- studne,
- kesóny.

14 Hĺbka založenia stavby, základová škára

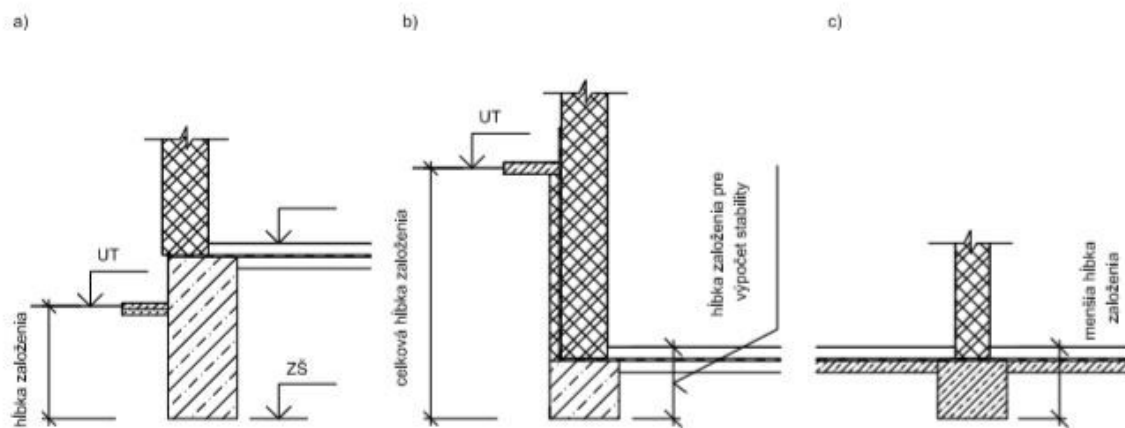
Základová škára je úroveň, v ktorej spočíva základ na základovej pôde. Ide spravidla o vodorovnú plochu, no môže byť aj šikmá alebo lomená, v ktorej sa prenáša podstatná časť zaťaženia stavby prostredníctvom základovej konštrukcie do základovej pôdy, Obr. 27.

Hĺbka založenia je zvislá vzdialenosť medzi úrovňou základovej škáry a najnižšou úrovňou povrchu upraveného terénu v blízkosti základu. Pri návrhu hĺbky založenia plošných základov sa podľa STN EN 1997-1 musí zvážiť:

- účel konštrukčného riešenia zakladaného objektu a hĺbka základov priľahlých susedných objektov;
- dostupnosť primerane únosnej vrstvy;
- hĺbka, do ktorej siaha účinok zmrašťovania a napučievania ílovitých zemín v dôsledku sezónnych zmien počasia alebo vplyvom stromov a kríkov, ktoré môžu spôsobiť významné pohyby;
- hĺbka, do ktorej sa môžu vyskytnúť poškodenia mrazom;

- úroveň hladiny podzemnej vody v základovej pôde a problémy, ktoré sa môžu vyskytnúť, ak sa výkop pre základ vyžaduje pod túto úroveň;
- možné pohyby základovej pôdy a zníženie pevnosti únosnej vrstvy pri priesaku vody, pôsobením klimatických vplyvov alebo výstavbou;
- účinky stavebných výkopov na okolité základy a konštrukcie;
- predpokladané výkopy pre inžinierske siete v blízkosti základov;
- vysoké alebo nízke teploty prenášané z budov;
- možnosť tvorby výmoľov;
- účinky zmeny vlhkosti vzhľadom na dlhotrvajúce suchu a nasledujúce obdobia dažďa na vlastnosti objemovo-nestálych zemín v suchých klimatických oblastiach;
- prítomnosť rozpustných materiálov, napríklad vápencov, ílovcov, sádrovcov, slaných hornín.

Veľkosť hĺbky založenia plošných základov v zásade určuje účel a konštrukcia stavby. Nepodpivničené budovy zakladáme v minimálnych hĺbkach pod povrchom upraveného terénu, avšak budovy s podzemnými podlažiami si vyžadujú dostatočne veľkú hĺbku založenia, Obr. 28.



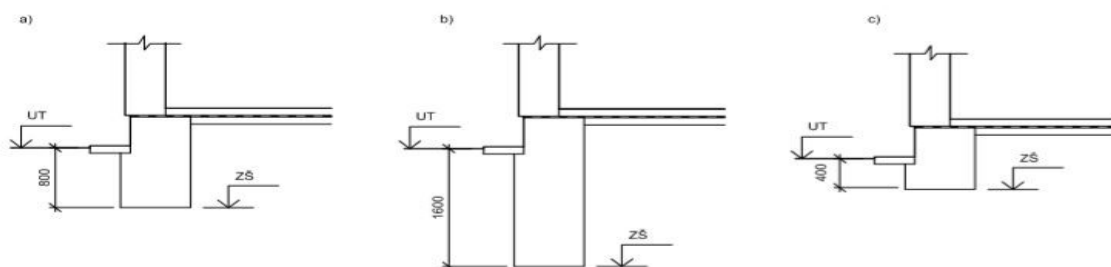
Obr. 28. Hĺbka založenia stavby:

a) nepodpivničená stavba, b) podpivničená stavba, c) vnútorná nosná stena

Nepriaznivé účinky klimatických vplyvov (mráz a vysoké teploty) pôsobiace na základovú pôdu sa môžu preniesť aj na konštrukciu budovy. Vplyvom sezónneho premrzania pôdy v zimnom období vznikajú v základovej pôde sily, ktoré spôsobujú zdvíhanie povrchu pôdy a základovej konštrukcie. Zamrznutá zemina tak zdvihne základy alebo jej časti a v jarnom období, po roztopení ľadu dochádza následne k ich poklesu a na základoch sa prejavujú závažné poruchy. Preto pri zakladaní nepodpivničených stavieb základová škára plošných základov musia ležať vždy v úrovni tzv. nezámraznej hĺbke, ktorá je *minimálne* 800 mm pod povrchom terénu, Obr. 28 a. *Nezámrazná hĺbka* je taká hĺbka, kde už nedochádza k premrzaniu zeminy. Ovplyvniť ju môžu nepriaznivé klimatické vplyvy miesta stavby a tiež fyzikálne vlastnosti základovej pôdy, a to najmä kapilárna vzĺnavosť a schopnosť pôdy prepúšťať povrchovú vodu. Pri jemnozrnných zeminách je vhodné hĺbku založenia stavby zväčšiť na 1000 mm. Jemnozrnné ílovité zeminy strácajú na únosnosti aj vplyvom teploty, pretože vysychaním sa zmrašťujú, čo môže mať za následok nerovnomerný pokles a porušenie základov. Preto pri zeminách, ktoré môžu vysychať z dôvodu zmrašťovania (jemnozrnné hlinité a ílovité zeminy triedy F7 a F8) je potrebné hĺbku založenia *voliť* *minimálne* 1600 mm (Obr. 28 b) pod upraveným povrchom terénu. Pri zakladaní na zeminách

chránených proti premŕzaniu (štrky, štrkopiesky) a pri zakladaní dočasných stavieb môže byť *minimálna hĺbka založenia* 400 mm, Obr. 28 c. V štrkopieskoch sa zamrznutím vody ľad nachádza v medzerách medzi zrnami bez toho, aby sa zväčšil objem pôdy. Táto vlastnosť sa veľmi často využíva aj pri vytváraní štrkových vrstiev pod základmi v nepriepustných zeminách. Pri zakladaní na zdravých skalných horninách sa hĺbka zakladania volí 400 mm, avšak pri menej odolnom skalnom podloží treba hĺbku založenia stanoviť individuálne podľa odolnosti proti klimatickým vplyvom.

V menšej zámrznej hĺbke môžeme zakladať aj drobné, málo zaťažené vonkajšie konštrukcie ako ploty a pod. Základy týchto konštrukcií môžeme založiť do hĺbky 400 až 600 mm pod úroveň terénu, odporúča sa pritom pod základ zhotoviť aj štrkové lôžko minimálne hrubú 200 mm. Podpivničené stavby dosahujú vždy nezamrznú hĺbku založenia. Podobne aj základy pod vnútorné nosné a nenosné steny nemusíme zakladať v nezamrzajúcej hĺbke,



Obr. 29. Hĺbka založenia z hľadiska klimatických vplyvov podľa STN 73 100:

a) pre definitívne stavby, b) pri silne zmrazujúcich jemnozrnných zeminách triedy F7 a F8, c) pri zeminách chránených proti premŕzaniu

pretože v týchto prípadoch podložie základov nezamŕza. Ak základ susedí s podpivničenými priestormi, pri ktorých nosné vrstvy konštrukcie podlahy nezabránia vytlačeniu pôdy spod základu, hĺbku založenia z dôvodu stability a únosnosti konštrukcie sa určí ako výškový rozdiel medzi úrovňou povrchu podlahy a základovej škáry, Obr. 28.

V priebehu výstavby je veľmi dôležité chrániť základovú škáru. Ak sa na hĺbenie základovej jamy používajú stroje, ktoré porušujú základovú pôdu, treba tieto práce ukončiť v určitej výške približne 200 mm nad základovou škárou. Tak vznikne ochranná vrstva zeminy, ktorá chráni základovú škáru proti mechanickému porušeniu počas výkopových prácach. Ochranná vrstva sa odstráni ručne, alebo strojom, ktorý základovú pôdu neporušuje tesne až pred betónovaním základov.

Pri zakladaní v málo priepustných jemnozrnných zeminách je potrebné základovú škáru chrániť pred zaplavením povrchovou vodou. Rovnako treba chrániť zamrzajúcu základovú pôdu pred nežiaducimi klimatickými účinkami premŕzania počas výstavby.

15 Druhy zaťažení

Pri návrhu základových konštrukcií je treba zvážiť všetky pôsobiace zaťaženia, ktoré sa prenášajú do základovej pôdy. Zaťaženia podľa doby trvania rozdeľujeme na stále (trvalé), premenné (občasné), mimoriadne a seizmické.

Stále zaťaženie, zahŕňa všetky zaťaženia, ktorých zmenu veľkosti v priebehu času môžeme zanedbať (napr. tiaž nosných stien, stĺpov, prievlakov, stropov, priečok a pod.). *Premenné zaťaženia*, môžu pôsobiť dlhodobo (napr. dočasné priečky, inštalračné zariadenia

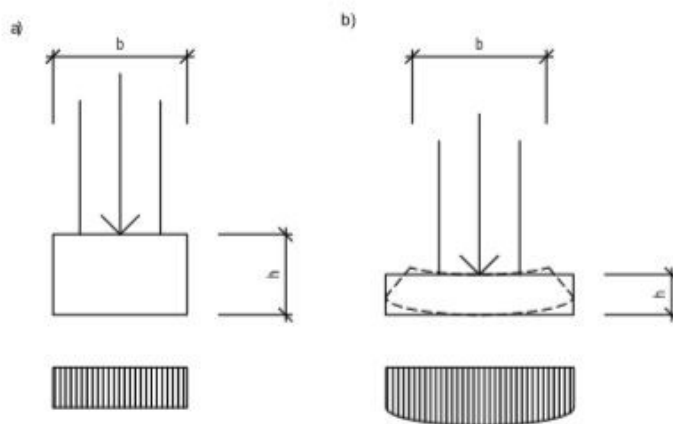
a pod.) alebo krátkodobo (napr. ľudia, nábytok, vietor, sneh, teplota, námraza a pod.). Sú to zaťaženia, ktorých zmenu veľkosti v priebehu času nemožno zanedbať. *Mimoriadne zaťaženia* môžu pôsobiť náhodne krátkodobo, avšak s veľkou intenzitou a ich výskyt počas životnosti stavby je nepravdepodobný (napr. výbuchy, havárie v technologickom procese, a pod.). Aj *seizmické zaťaženia* vyvolané zemetrasením, predstavujú v podstate mimoriadne zaťaženie. Možnosť premenných zaťažení treba zohľadniť, či sa vyskytnú samostatne alebo pôsobia spoločne. Dĺžku trvania týchto zaťažení, treba zvážiť najmä s ohľadom na drenážne vlastnosti a stlačiteľnosť jemnozrnných zemín. Pri navrhovaní základových konštrukcií je nutné zvážiť nasledovné zaťaženia:

- od vlastnej tiaže konštrukcie a úžitkového zaťaženia,
- tiaž zeminy, skalnej horniny a vody, zemné tlaky a tlak podzemnej vody,
- zaťaženia dopravou,
- napätia v horninovom prostredí,
- účinky teploty vrátane zdvihu mrazom,
- zaťaženie ľadom,
- pohyby a zrýchlenia spôsobené zemetrasením, výbuchmi, vibráciami a dynamickým zaťažením,
- pohyby spôsobené banskou činnosťou alebo inou činnosťou v podzemí,
- napučíavanie a zmrašťovanie spôsobené vegetáciou, klimatickými zmenami alebo zmenami vlhkosti.

Pri navrhovaní základových konštrukcií sa charakteristické hodnoty zaťaženia určujú podľa pravidiel uvedených STN EN 1990 a STN EN 1991.

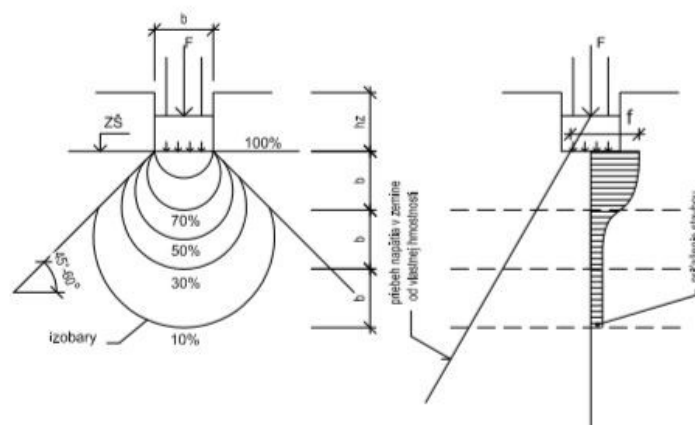
16 Napätie v základovej pôde, únosnosť základovej pôdy

Zaťaženie konštrukcie budovy vyvodzuje v základovej pôde zvislé napätia. Intenzita napätia v základovej pôde pod základovou konštrukciou klesá s pribúdajúcou hĺbkou, uvažuje sa až do úrovne, kde jeho hodnota dosahuje malé zanedbateľne veľkosti. Priebeh napätí v zemine pod základovou škárou môžeme približne vyjadriť krivkami s rovnakým napätím tzv. izobarami, Obr. 30. Roznášanie tlaku do hĺbky sa v závislosti od vlastností základovej pôdy uvažuje pod sklonom 45° až 60° . Tlaková oblasť sa stráca (účinnok zaťaženia je



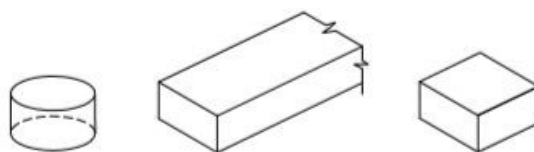
Obr. 30. Priebeh napätia v hornine pod základovou škárou

zanedbateľne malý) pri základových pásoch a pätkách v hĺbke približne 2,5 až 3 násobku šírky základu a pri základových doskách v hĺbke 1,5 násobku šírky dosky. Do tejto hĺbky je nutné preskúmať podložie. V skutočnosti je rozdelenie napätia pod základovou škárou oveľa zložitejšie, pretože ho ovplyvňujú ďalšie faktory a to *hĺbka založenia* (únosnosť základovej pôdy, s hĺbkou narastá) tuhosť a *tvar* základovej konštrukcie a vzájomné priťaženie susedných základov.



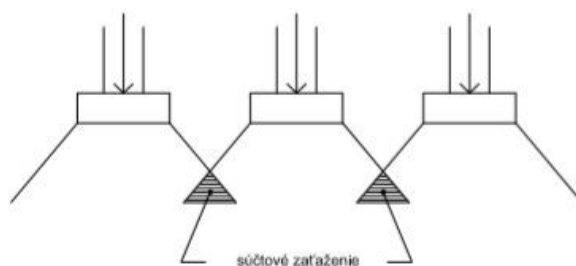
Obr. 31. Priebeh napätia v základovej škáre pod tuhým a pružným základom: a) priebeh napätia tuhého základu, b) deformácia pružného základu a priebeh napätia v základovej škáre

Tuhosť základovej konštrukcie je daný pomerom výšky k šírke h/b , ktorý má byť čo najväčší. Zvislé zaťaženie sa prenáša cez základovú konštrukciu do základovej pôdy, avšak základová pôda zaťažuje základovú konštrukciu v opačnom smere (zdola nahor) vyvoláva v nej ohybové momenty a posúvajúce sily. Prečnievajúce časti základovej konštrukcie sú pri dolnom povrchu namáhané ťahom. Reakcia základovej pôdy proti pôsobiacemu zaťaženiu môže spôsobiť pri pružnom základe jeho deformáciu, Obr. 31.



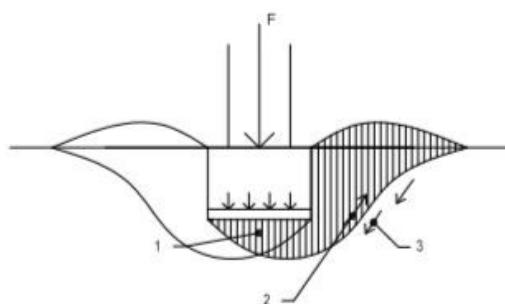
Obr. 32. Tvary základových konštrukcií

Tvar základovej škáry má vplyv na stlačenie základovej pôdy, pri rovnakom zaťažení a rovnakej ploche dochádza k najmenšiemu stlačeniu pod základom s kruhovou plochou a k najväčšiemu s obdĺžnikovou plochou, Obr. 32. Pri návrhu základov sa často stáva, že susedné základové konštrukcie sa vzájomne priťažujú v tlakovej oblasti v podloží, pretože prekrývané zaťaženia sa sčítavajú, Obr. 33.



Obr. 33. Sčítavanie zaťaženia

Únosnosť základovej pôdy je jej schopnosť prenášať zaťaženie konštrukcie stavby na základovú pôdu. Na základe mechanických vlastností pôdy sa stanoví výpočet únosnosti základovej pôdy podľa medzných stavov. Medzný stav únosnosti je stav, pri ktorom dochádza v základovej pôde v oblasti pod základom k jej porušeniu v šmyku. Namáhanie základovej pôdy nesmie dosiahnuť, ani prekročiť medzný stav svojej únosnosti. Pri prekročení medze únosnosti základovej pôdy, dochádza k nežiaducemu zaboreniu stavby, v dôsledku vytlačenia základovej pôdy s pod základu do strán po šmykových plochách nad povrch terénu. Dôsledkom môže byť nadmerné sadanie, nakláňanie, vodorovný posun príp. strata stability stavby, Obr. 34.



Obr. 34. Vytlačanie zeminy spod základu 1 – šmyková plocha, 2 – smer pohybu vytlačenej zeminy, 3 – odpor zeminy

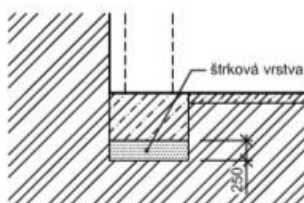
Zvýšiť únosnosť základového podložia môžeme doceliť aj umelo (napr. výmenou základovej pôdy, zhutňovaním, stabilizáciou, injektovaním, znižovaním vlhkosti, zmrazovaním a vypaľovaním zemín ako aj vápennými pilótami.

17 Sadanie a konsolidácia

Sadanie spôsobujú zvislé napätia vyvodzované zaťažením stavby na základovú pôdu, ktorú stláčajú. Stlačenie zeminy ovplyvňuje jej stlačiteľnosťou tesne pod základom, zmena hladiny podzemnej vody a pórovitosť zeminy. Pri hodnotení sadania stavby rozhoduje veľkosť, rýchlosť a rovnomernosť sadania.

Veľkosť sadania ovplyvňuje druh zeminy, hrúbka stlačiteľnej vrstvy, veľkosť základovej škáry a pôsobiace zaťaženia. Medzi najviac stlačiteľné zeminy patria jemnozrnné hlinité a ílovité zeminy.

Rýchlosťou sadania sa rozumie čas, v priebehu ktorého dôjde k maximálnemu alebo podstatnému sadnutiu základov. Je výhodné, ak k tomuto konečnému sadnutiu stavby dôjde už počas jej výstavby, aby sa poruchy vplyvom sadania neprejavili až pri jej užívaní. Sadanie ovplyvňuje konsolidácia zemín (popísaná v časti 3), dôsledku ktorej maximálne sadanie stavby sa môže dosiahnuť za veľmi dlhý čas. Časový priebeh sadania stavby závisí od druhu základovej pôdy. Pri priepustných hrubozrnných zeminách (štrky, štrkopiesky) dochádza k podstatnému sadnutiu stavby už v priebehu jedného roka, avšak pri málo priepustných jemnozrnných zeminách (íly, hlíny) môže trvať niekoľko rokov. Dlhotrvajúci priebeh sadania spôsobuje voda v póroch zeminy, ktorá spomaľuje stláčanie jej jemných častíc. V takýchto prípadoch je výhodné vytvoriť pod základy štrkovú vrstvu hrubú 200 až 250 mm, ktorá pôsobí ako drenáž pre vodu vytlačenú z jemnozrnej zeminy pod základom, Obr. 35. Urýchli sa tým proces konsolidácie.

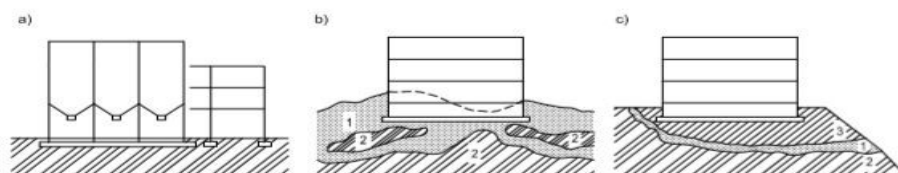


Obr. 35. Štrková vrstva pod základom:

1 – štrková vrstva

V súčasnosti možno zakladať aj na hrubších vrstvách veľmi málo priepustných ílovitých zeminách, pri ktorých proces konsolidácie môže trvať aj niekoľko storočí. V týchto prípadoch možno proces konsolidácie a sadania stavieb urýchliť pomocou vertikálnych drenov zhotovených z piesku (pieskové pilóty) alebo z plastov.

Rovnomernosť sadania základov je veľmi dôležitá. Väčšie, ale rovnomerné sadanie stavbu neohrozuje, avšak nerovnomerné sadanie je pre ňu veľmi nebezpečné. Účinky nerovnomerného sadania môžu spôsobiť vážne deformácie a trhliny v konštrukcii. K nerovnomernému sadaniu spôsobeného nerovnakým stláčaním základového podlažia v rôznych miestach pôdorysu stavby, dochádza z dôvodu nerovného rozloženia tiaže jednotlivých častí stavby, alebo vplyvom nerovnomerného zloženia základovej pôdy, Obr.36.



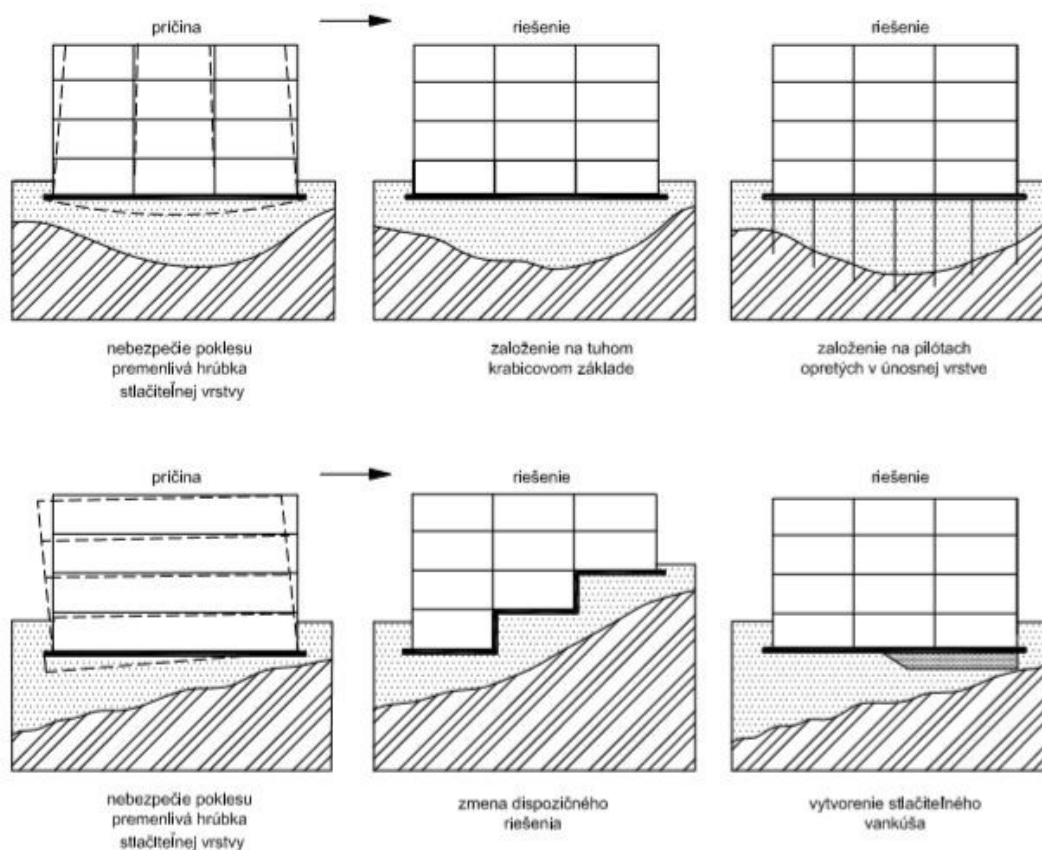
Obr. 36. Príčiny nerovnomerného sadania stavby:

a) nerovnaká hmotnosť častí stavby, b), c) nerovnaké zloženie základovej pôdy,

1 – stlačiteľná pôda, 2 – nestlačiteľné skalné podlažie, 3 – ílovitá pôda

Príčinou častých porúch je nevhodný návrh konštrukcie budovy, ktorý v nedostatočnej miere zohľadňuje dané zložité základové pomery staveniska, prípadne rozdielne zaťaženie v rámci dispozície budovy (od rozdielnej prevádzky alebo rozdielnej výšky zástavby). V takýchto prípadoch, je potrebné navrhnuť také riešenie konštrukcie budovy, druh a spôsob zakladania, ktoré zabezpečí jej bezpečnosť, použiteľnosť a trvanlivosť počas doby jej životnosti. Eliminovať tieto poruchy môžeme vložением rozdeľovacích škár, ktoré prechádzajú celou konštrukciou budovy až po základovú škáru. Konštrukčné riešenia nerovnomerného sadania stavby sú podrobnejšie uvedené v kap. 17. Dilatácie nosných a nenosných konštrukcií.

Výskyt stlačiteľnej vrstvy zeminy s premenlivou hrúbkou v podlaží spôsobuje nerovnomerné sadanie stavby, ktoré môžeme obmedziť alebo úplne vylúčiť vhodným výberom druhu zakladania stavby, a to buď na veľmi tuhom plošnom základe (krabicovom základe), alebo prenesením zaťaženia stavby do nestlačiteľného skalného prostredia pomocou hĺbkových základov (opretých pilót). V niektorých situáciách môžeme zmierniť alebo úplne vylúčiť nerovnomerné sadanie vhodnou zmenou dispozície budovy alebo vložením viac stlačiteľného vankúša, Obr. 37.



Obr. 37. Zmiernenie nerovnomerného sadania

18 Navrhovanie základových konštrukcií a geotechnické kategórie

Navrhovanie základových konštrukcií si vyžaduje uplatnenie vedeckých metód a inžinierskych princípov stavebného inžinierstva, v súčinnosti so získavaním a využívaním

poznatkov o horninovom prostredí. Touto problematikou sa zaoberá technická disciplína geotechnika, ktorá uplatňuje poznatky mechaniky zemín, mechaniky skalných hornín, inžinierskej geológie a hydrológie pri návrhu zakladania stavby. Postup pri výpočte návrhu základových konštrukcií ako aj kvalitný prieskum staveniska, má významný vplyv na celkovú bezpečnosť stavby na jej spoľahlivosť, použiteľnosť a životnosť.

Statické výpočty základových konštrukcií sa riadia požiadavkami noriem STN EN 1997-1 Eurokód 7, STN 73 1001, STN 72 1001 a STN 73 0037, ktoré musia preukázať, že nedôjde k prekročeniu žiadneho medzného stavu. Rozoznávame dva základné medzné stavy, a to medzný stav únosnosti a medzný stav použiteľnosti.

K medzným stavom únosnosti podľa STN 73 1001 patrí:

- strata rovnováhy konštrukcie alebo horninového prostredia, považovanej za tuhé teleso, v ktorej je stanovenie odolnosti pevnosť konštrukčných materiálov a horninového prostredia bezvýznamná,
- vnútorné porušenie konštrukcie alebo prvkov, vrátane napríklad pätiiek, pilót alebo stien v podzemí; na stanovenie odolnosti je významná pevnosť konštrukčných materiálov,
- porušenie alebo nadmerná deformácia horninového prostredia; na stanovenie odolnosti je významná pevnosť zemín alebo skalných hornín,
- strata rovnováhy konštrukcie alebo horninového prostredia vztlakom vertikálnym zaťažením podzemnou vodou,
- hydraulické porušenie dna, vnútorná erózia a erózia horninového prostredia podzemnou vodou, spôsobené hydraulickým gradientom, priesakom vody.

Podľa revidovanej STN 73 1001 z roku 2010 sa pri navrhovaní základových konštrukcií na základe, zložitosti základových pomerov a náročnosti stavby s prihliadnutím na riziko sa rozlišujú tri geotechnické kategórie.

Prvá geotechnická kategória zahŕňa iba malé a relatívne jednoduché stavby (do dvoch podlaží), pre ktoré možno zabezpečiť splnenie požiadaviek na základe skúsenosti a kvalitatívneho geotechnického prieskumu so zanedbateľným rizikom. Horninové prostredie v rozsahu stavebného objektu sa tu podstatne nemení, jednotlivé vrstvy majú približne stálu mocnosť a sú uložené vodorovne alebo takmer vodorovne. Podzemná voda neovplyvňuje usporiadanie objektu a návrh ich konštrukcie. Takéto základové pomery označujeme ako *jednoduché základové pomery*. Patria sem nasledujúce geotechnické konštrukcie, ktoré označujeme *nenáročné konštrukcie*:

- základy konštrukcií s maximálnym priťažením v stĺpe 250 kN, v stene 100 kN/m alebo v základovej doske 100 kPa,
- oporné múry a paženia výkopov s výškovým rozdielom max. 2,0 m,
- výkopy nad hladinou podzemnej vody (HPV) hlboké maximálne 2,0 m, dostatočne vzdialené od susedných budov.

Keď má základová pôda alebo podložie nepriaznivé vlastnosti (horninové prostredie sa v rozsahu stavebného objektu podstatne mení, jednotlivé vrstvy majú premenlivú hrúbku, podzemná voda ovplyvňuje usporiadanie objektov a návrh ich konštrukcie), alebo ju tvoria zvláštne zeminy, veľmi stlačiteľné zeminy (organické naplaveniny, bahno, rašelina apod.) alebo keď sa konštrukcia nachádza na území zosuvnom, postihnutom banskou činnosťou a pod., zaradíme takúto konštrukciu do 2. geotechnickej kategórie. Takéto základové pomery označujeme ako *zložité základové pomery*.

Do *druhej geotechnickej kategórie* patria náročné konštrukcie v jednoduchých základových pomeroch ako aj nenáročné konštrukcie v zložitých základových pomeroch. Ide o nasledovné geotechnické konštrukcie, ktoré označujeme ako *náročné konštrukcie*:

- základy budov do výšky max. 10 nadzemných podlaží,
- základy bežne zaťažených stavebných konštrukcií, ktoré sú citlivé na sadanie a nerovnomerné sadanie,
- pilótové základy,
- steny a iné konštrukcie vyššie ako 2 m, ktoré podopierajú alebo zadržujú zeminu alebo vodu,
- výkopy (stavebné jamy) do hĺbky maximálne 6m,
- násypy a zemné konštrukcie s výškou od 3 m do 10 m,
- zárezy hlboké max. 15 m,
- horninové kotvy a iné kotviace systémy,
- geotechnická konštrukcia prvej kategórie, ak jej výstavba môže ohroziť stabilitu okolitého územia alebo by mohla spôsobiť neprimerané deformácie okolitých stavieb.

Do *tretej geotechnickej kategórie* patria náročné konštrukcie v zložitých základových pomeroch. Sú to nasledovné geotechnické konštrukcie:

- všetky konštrukcie, ktoré nie sú obsiahnuté v 1. a 2. geotechnickej kategórii,
- vysoké, veľmi členité a zložito zaťažené oporné zemné konštrukcie,
- zemné konštrukcie z neštandardných ľahkých materiálov,
- základy veľmi veľkých alebo nezvyčajných stavieb,
- geotechnické konštrukcie s abnormálnym rizikom (napr. v oblastiach s vysokou seizmicitou).

19 Plošné základy

Základný predpoklad plošného zakladania je, aby sa dostatočne únosná základová pôda nachádzala v malej hĺbke (0,8 až 5,0 m) tesne pod povrchom terénu, v prípade podpivničených stavieb pod úrovňou podlahy najnižšieho podzemného podlažia. Plošné základy roznášajú zaťaženie stavbou na väčšiu plochu základovej pôdy.

Základová škára plošných základov nesmie byť namáhaná väčším zaťažením ako je únosnosť základovej pôdy. Všeobecne platí, že čím je väčšia únosnosť základovej pôdy tým menšia môže byť šírka plošného základu.

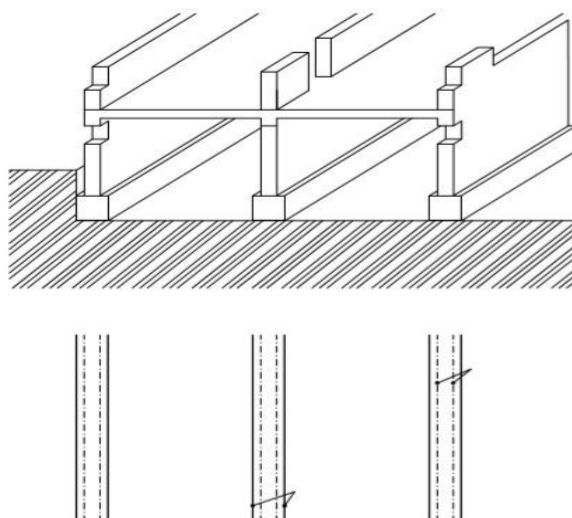
Základové pásy z technologického hľadiska delíme na monolitické (celistvé konštrukcie zhotovené priamo na stavbe do výkopu alebo debnenia) a montované (budované z vopred vyrobených dielcov).

19.1 Základové pásy a rošty

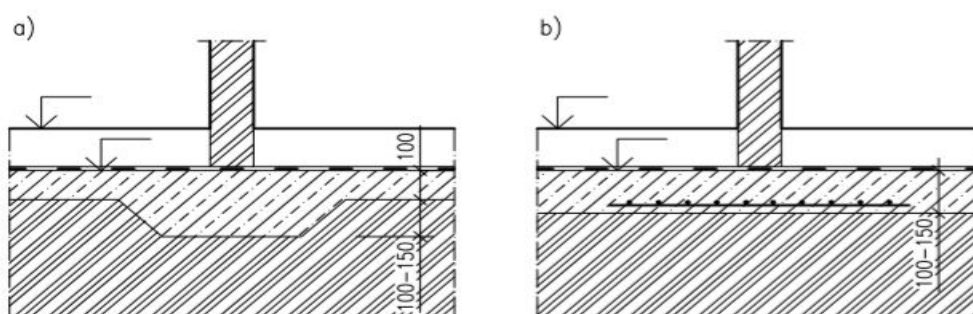
Základové pásy sa navrhujú hlavne pod nosné a nenosné steny stenových priečnych a pozdĺžnych konštrukčných systémov, Obr. 38. Na základové pásy sa môžu zakladať aj stĺpy skeletových konštrukčných systémov, ak vzdialenosti medzi pätkami vychádzajú veľmi malé, pre menej únosnú základovú pôdu alebo pôsobením väčšieho zaťaženia. Základy sa neizolujú proti zemnej vlhkosti. Materiály (lomový kameň, prostý betón, betón prekladaný kameňom a železobetón), z ktorých sa základy zhotovujú, dostatočne odolávajú pôsobeniu vody.

Základy, ktoré sa nachádzajú v agresívnom prostredí, je potrebné chrániť pred nepriaznivými účinkami izoláciou.

Základové pásy pod vnútorné nenosné deliace steny – *priečky* je potrebné navrhovať v prípadoch, ak napätie v ich uložení vyvolané vlastnou hmotnosťou je väčšie ako 0,05 až 0,06 MPa. Tejto hmotnosti približne zodpovedá murovaná priečka z plnej pálenej tehly, hrubá 150 mm a vysoká 3,0 m. Ľahšie priečky sa môžu uložiť priamo na upravený podkladový betón, ktorý sa v mieste uloženia priečky buď zosilní zväčšením hrúbky podkladového betónu, alebo sa podkladový betón vystuží zváranou oceľovou sieťou, Obr. 39. Základové pásy pod nenosné steny a priečky sa využívajú na vystuženie spodnej stavby s rovnobežnými základovými pásmi, napr. ak ide o nenosné steny kolmé na pozdĺžne nosné steny objektu.



Obr. 38 Založenie nosných stien na základových pásoch:
1 – obrys stien nad základmi, 2 – obrys základovej škáry



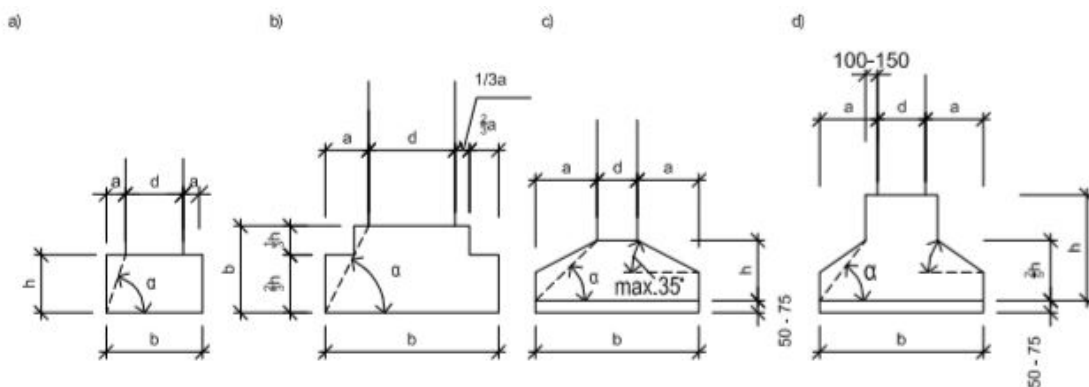
Obr. 39 Založenie priečok:
a) zosilnením podkladového betónu, b) vystužením podkladového betónu pod priečkou

Pri návrhu tvaru prierezu základového pásu sa snažíme vylúčiť vznik trhlín, a tým aj následné porušenie základovej konštrukcie. Šírka základových pásov závisí od zaťaženia (hmotnosť všetkých konštrukcií vrátane základov aj premenných zaťažení), ktoré musí základ preniesť v mieste základovej škáry do základovej pôdy a od vlastností základovej pôdy. Výška základu sa odvodí z konzolovitých vyložených prečnievajúcich častí základového pásu tak,

aby nedošlo k porušeniu základu ušmyknutím alebo zlomením v dôsledku pôsobenia reakciami základovej pôdy. Návrh výšky základu odvodíme od sklonu roznášacieho uhla α , jeho veľkosť je daná odolnosťou použitého stavebného materiálu proti ohybu a šmyku. Čím je kvalitnejšia hmota, tým lepšie roznáša zaťaženie a uhol α aj výška základovej konštrukcie je menšia. Roznášací uhol α , sa uvažuje pre prostý betón (betón bez výstuže) 60° , pre lomový kameň 60° až 70° a pre železobetón 30° až 45° . Pri návrhu rozmerov prierezu základu je potrebné dodržať vhodný pomer medzi výškou základu h a šírkou vyloženej (prečnievajúcej) časti základu a . Základový pás z prostého betónu aj z betónu prekladaného kameňom má menšie vyloženie ako hrúbku $a < h$, Obr. 40 a, b. Monolitické základové pásy rozdeľujeme na základové na pásy z prostého betónu a zo železobetónu.

Základové pásy z prostého betónu sú vhodné pri zakladaní stenových konštrukcií. Môžu mať obdĺžnikový prierez, položený na ležato, ide o jednostupňový základový pás, Obr. 40 a. Pre hospodárnosť a účinnejšie využitie materiálu sa pri väčších výškach základový pás po výške člení na stupne (dvojstupňový pás, prípadne trojstupňový pás). Nad rovinou určenou sklonom α sa materiál základu už nepodieľa na prenose zaťaženia. Sklon roviny, po ktorú možno nahrnúť odstupňovanie základu určuje roznášací uhol α , Obr. 40 b. Do tejto skupiny môžeme zaradiť dnes už zriedka používané základové pásy zhotovené z prostého betónu prekladaného kameňom, môžeme ich použiť pri zakladaní jednoduchých drobných stavieb menšieho rozsahu (napr. chaty). Najmenšie rozmery prierezu pre základ z prostého betónu by nemal klesnúť pod 300×300 mm, pre lomový kameň 500×500 mm a pre betón prekladaný kameňom 800×800 mm.

Železobetónové základové pásy sú úspornejšie z hľadiska spotreby betónu. Používajú sa pre veľké zaťaženia, pod stenové a stĺpové konštrukcie. Pri stĺpových (skeletových) konštrukčných systémoch sa základové pásy pôdorysne usporiadajú v smere prievlakov – rovnobežne s rámami. Pásy môžu mať prierez v tvare obdĺžnika (jnostupňový základ) alebo z dôvodu úspory materiálu sa zvyknú robiť s hornou plochou zošikmenou pod uhlom max. 35° od vodorovnej roviny, Obr. 40 c. Pre viac namáhané základové pásy s väčšou potrebnou výškou je ekonomicky aj staticky výhodnejší tvar obráteného T. Vytvára ho základový pás a horné rebro, Obr. 40 d.



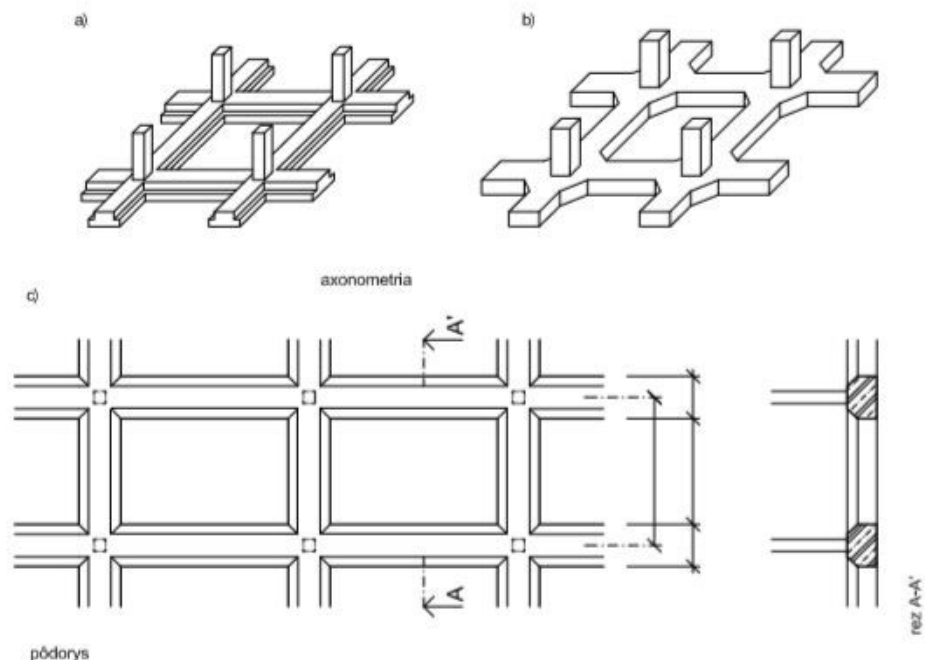
Obr. 40. Tvary prierezov základových pásov:

a) jednostupňový základový z prostého betónu, b) dvojstupňový základový pás z prostého betónu, c) lichobežníkový železobetónový základový pás, d) železobetónový základ s horným rebrom;

a – rozšírenie základového pásu, b – šírka základového pásu, d – hrúbka steny

Železobetónové základové pásy sú oproti pásom z простého betónu podstatne nižšie a nevyžadujú veľkú hĺbku výkopu. Pod základy zo železobetónu sa dno výkopu musí upraviť vrstvou podkladového betónu hrúbky 50 až 100 mm. Betónová vrstva tvorí ochranný podklad na uloženie výstuže, aby sa predišlo jej znečisteniu a korózii. Šírka výkopu pre železobetónové základy má byť na každú stranu o 300 mm väčšia ako vlastný základ. Tento priestor si vyžaduje montáž debnenia. Výkop na základy z простého betónu, prípadne z kameňa netreba rozširovať.

Základové rošty vytvára križujúca sieť pozdĺžnych a priečných základových pásov spojených v jeden celok. Základové rošty dobre roznášajú rozdiely v sadaní základov, preto sa prevažne navrhujú pre stĺpové konštrukčné systémy budov založených na pôdach nerovnomerne stlačiteľných, alebo na poddolovanom území. Zabezpečujú tuhosť spodnej stavby, ktorú možno ešte zvýšiť zosilnením s kútovými nábehmi. Hospodárne sú do osovej vzdialenosti stĺpov do 6,0 m. Základové pásy základového roštu sa navrhujú ako monolitické železobetónové základové pásy, Obr. 41.



Obr. 41. Základové rošty:

a) rošt zo železobetónových stupňovitých základových pásov, b) rošt s nábehmi, c) pôdorys a zvislý rez roštu zo železobetónových pásov lichobežníkového prierezu

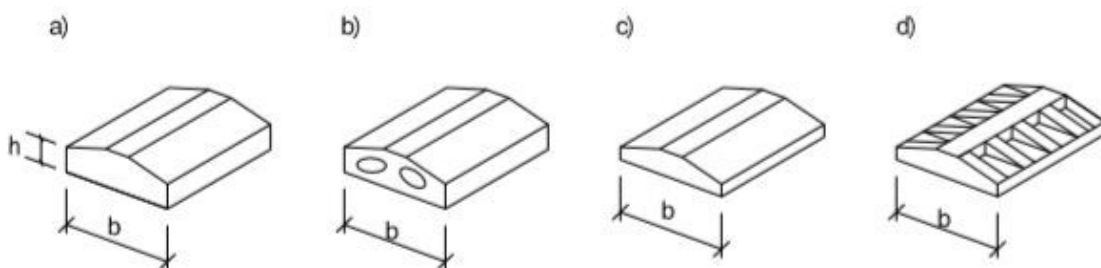
19.1.1 Montované základové pásy

Montované základové pásy sa môžu montovať z vopred priemyselne vyrobených prefabrikovaných dielcov. Výhodou ich použitia je rýchla montáž a skrátenie doby výstavby a následne tým môžeme obmedziť alebo úplne vylúčiť zmenu štruktúry základovej pôdy (vysychanie a rozmáčanie zemín) počas doby výstavby. Prednostne ich môžeme použiť najmä v takých situáciách, keď základová pôda stráca rýchlo po odkrytí svoje kvalitatívne vlastnosti. Stavebné práce spojené so zabudovaním montovaných základov nie sú až tak závislé od

počasie a znižujú tým potrebu paženia výkopov. Navrhovanie montovaných základov je v súčasnosti zriedkavé, pretože majú viac nevýhod (napr. veľká hmotnosť dielcov z hľadiska ich montáže, zvýšené náklady na dopravu a pod.).

Prefabrikované dielce základových pásov sa vyrábajú z prostého betónu alebo zo železobetónu. V minulosti sa vyrábali dielce unifikovaných rozmerov, pre ich využitie v rozdielnych situáciách. V súčasnosti sa vyrábajú základové dielce s rozličnými rozmermi, podľa aktuálnych požiadaviek konkrétnej konštrukcie budovy a vlastností základovej pôdy. Prefabrikované dielce základových pásov (max. dĺžky $l = 3000$ mm), môžu byť plné alebo vyľahčené dutinami, Obr. 42. Vyľahčené dielce sa vyrábajú vždy vo výrobní. Dutiny znížia hmotnosť dielcov, ale tým sa zníži aj ich únosnosť. Plné dielce z prostého betónu sa môžu vyrobiť aj priamo na stavenisku.

Montované základové pásy môžu byť jednostupňové alebo dvojstupňové. Jednotlivé dielce sa vzájomne spájajú zváraním v jeden tuhý celok, alebo pomocou monolitického železobetónového stužujúceho venca nad voľne uloženými základovými dielcami. Montované základové dielce sa musia vždy uložiť na upravený pevný podklad, buď do zhutneného pieskového lôžka hrubého 100 – 150mm, alebo na podkladový betón hrubého 50 – 100 mm z dôvodu vyrovnania úrovne základovej škáry.



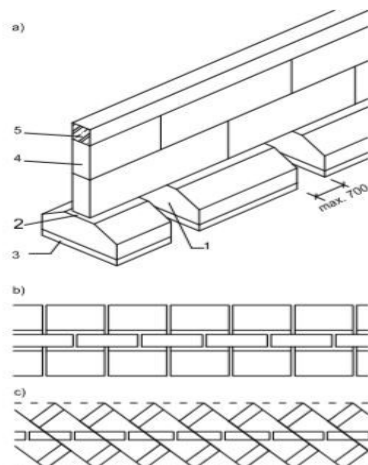
Obr. 42. Tvary prierezy prefabrikovaných dielcov montovaných základových pásov:
a), b) z prostého betónu, c), d) zo železobetónu

Základové dielce sa ukladajú tesne vedľa seba, alebo sa môžu ukladať prerušovane (s väčšími medzerami). Dielce základových pásov ukladané k sebe s určitými medzerami medzi dielcami s prerušovanou základovou škárou tzv. pražcové základy, veľmi dobre využívajú únosnosť základovej pôdy od zaťaženia konštrukcie budovy, pritom znižujú nevyhnutný počet montovaných prvkov, čím sa zníži spotreba materiálu. Vzdialenosť medzi dielcami závisí od zaťaženia konštrukcie základu a únosnosti základovej pôdy, nemôže byť väčšia ako polovica šírky základového pásu, avšak max. 700 mm. Pre zvýšenie tuhosti základu sa styčné plochy medzi dielcom základovej a stenovej konštrukcie podzemného podlažia vystužia. Pri takomto riešení montovaného základu môžeme získať priestor pod konštrukciou podlahy najnižšieho podlažia, ktorý môžeme využiť pre rozvody inžinierskych sietí ako technické podlažie alebo ako súvislú izolačnú vrstvu. Takéto základové konštrukcie sú predovšetkým vhodné pre nepodpivničené budovy (rodinné domy, poľnohospodárske budovy), Obr. 43. Pri zakladaní jednoduchých a drobných stavieb využívajú duté betónové debniace tvárnice, ktoré sa po uložení do pieskového lôžka alebo na betónový podklad

a zalejú betónovou zmesou, Obr. 44. Možno ich vystužiť spolu so stenami podzemných podlaží.

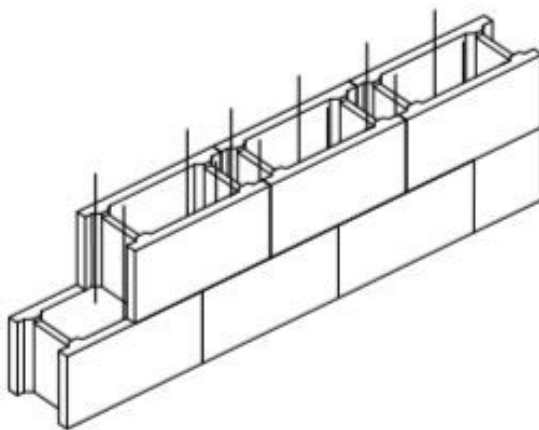
19.2 Základové pätky

Základové pätky sa navrhujú pod stĺpy skeletových konštrukčných systémov. Základové pätky sú plošné základy, ktoré vyžadujú dostatočne únosnú základovú pôdu, s rovnakou hrúbkou vrstiev s rovnomerným zložením a menšou stlačiteľnosťou na celom území staveniska. Sú vhodné na prenášanie sústreďeného zaťaženia zo železobetónových alebo oceľových



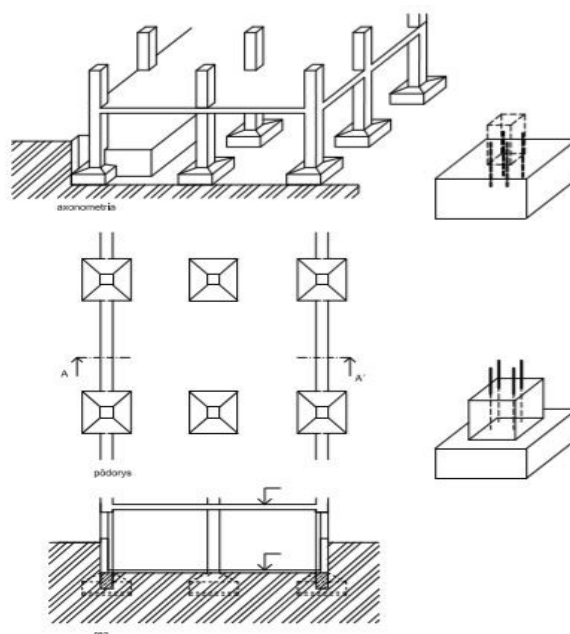
Obr. 43. Usporiadanie dielcov prefabrikovaných pásov:

a) axonometria, b) pôdorysná skladba pásov, c) natočenie prefabrikovaných základových dielcov – pílité usporiadanie

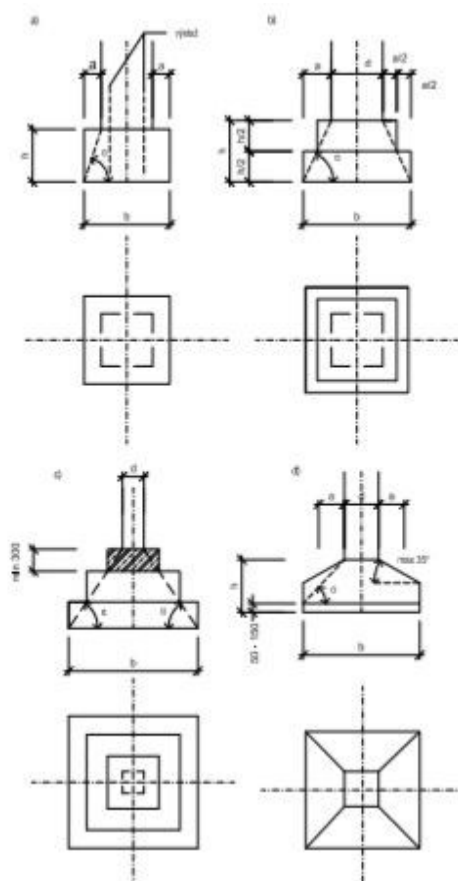


Obr. 44. Betónové debniace tvárnice pre úsporné základové pásy jednoduchých stavieb

stĺpov, Obr. 45. Ich použitie je nevhodné pre konštrukcie budov s premenlivým zaťažením stĺpov (napr. halové stavby so žeriavovou dráhou), kedy dochádza k nerovnomernému sadaniu pätiiek. Nepriaznivé účinky nerovnomerné sadanie môžeme zmierniť alebo vylúčiť kombináciou pätiiek a pásov alebo pomocou základového roštu. Takto zabezpečíme vzájomné spolupôsobenie základových konštrukcií v rozsahu celej stavby. Základové pätky sa navrhujú z prostého betónu a zo železobetónu. Z oboch materiálov sa navrhujú ako monolitické základové konštrukcie, avšak zo železobetónu sa môžu zhotoviť aj ako montované základové konštrukcie.



Obr. 45. Založenie skeletovej stavby na individuálnych pätkách

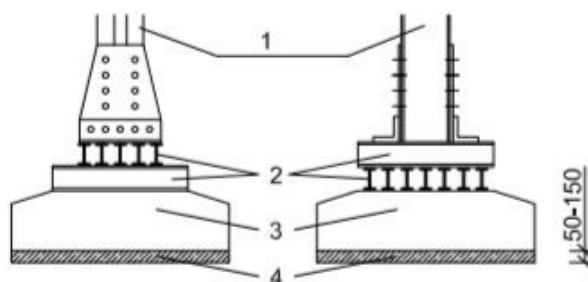


Obr. 46. Tvary monolitických základových pätkiek:

a) pätkka z prostého betónu jednostupňová, b) pätkka z prostého betónu dvojstupňová, c) pätkka trojstupňová s horným železobetónovým stupňom, d) pätkka zo železobetónu lichobežníková;
 a – rozšírenie pätkky, b – šírka pätkky, d – šírka stĺpa, h – výška pätkky, α – roznášací uhol

Tvar prierezu monolitckej betónovej základovej pätky môže byť, jednostupňový s výškou stupňa minimálne 350 mm (obr. 46 a), dvojstupňový s výškou stupňa spravidla 900 mm (obr. 46 b), vyššie pätky sa navrhujú aj ako trojstupňové, Obr. 46 c. Výška prvého roznášacieho stupňa je 250 až 300 mm, ktorá vyplýva z minimálnej dĺžky zakotvenia železobetónového stĺpa. Stupňovitý tvar základových pätiiek umožňuje úsporu materiálu. Predbežný návrh rozmerov betónovej pätky sa určí analogicky ako pri betónových základových pásoch (časť 19.1). V prípadoch, keď potrebujeme znížiť výšku základovej konštrukcie, uprednostňujeme monolitické železobetónové pätky v tvare zrezaného ihlana tzv. lichobežníkové pätky (Obr. 45 d), ktoré majú menšiu výšku ako by mali v tých istých podmienkach pätky z простého betónu. Železobetónové základové pätky sa s výhodou navrhujú, aj vtedy, keď je potrebné znížiť výšku základovej konštrukcie, z dôvodu výskytu hladiny podzemnej vody blízko pod úrovňou základovej škáry.

Najčastejšie navrhovaný pôdorysný tvar pätky je štvorec, alebo obdĺžnik s pomerom strán 1 : 2 až 1 : 3. Ak vychádza pôdorysný rozmer betónovej pätky väčší ako 2,0 m, je vhodnejšie navrhnuť ju z kvalitnejšieho materiálu, a to zo železobetónu. Pevné spojenie votknutie železobetónových stĺpov do základových pätiiek sa zabezpečí prečnievajúcou kotviacou výstužou. Pod oceľové stĺpy oceľových skeletov s ohľadom na pôsobiaci veľký tlak a malú pôdorysnú plochu stĺpa je potrebné vytvoriť pomocný rošt z oceľových nosníkov, Obr. 47. Pri excentrickom zaťažení navrhujeme nesúmernú pätku s predĺžením jej tvaru v smere excentricity, aby výslednica excentrického zaťaženia pôsobila v ťažisku základovej pätky, Obr. 48.



Obr. 47. Úprava základových pätiiek pod oceľové stĺpy:

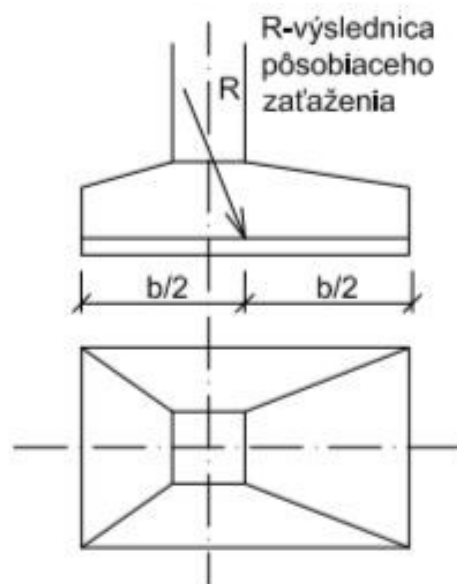
1 – oceľový stĺp 2 x U profil, 2 – oceľový rošt, 3 – základová pätka , 4 – podkladová betónová vrstva

19.2.1 Montované základové pätky

Montované základové pätky sa navrhujú zo železobetónu pre montované železobetónové stĺpové systémy budov. Podľa spôsobu uloženia prefabrikovaných stĺpov na základové pätky rozoznávame dva druhy montovaných základových pätiiek, a to:

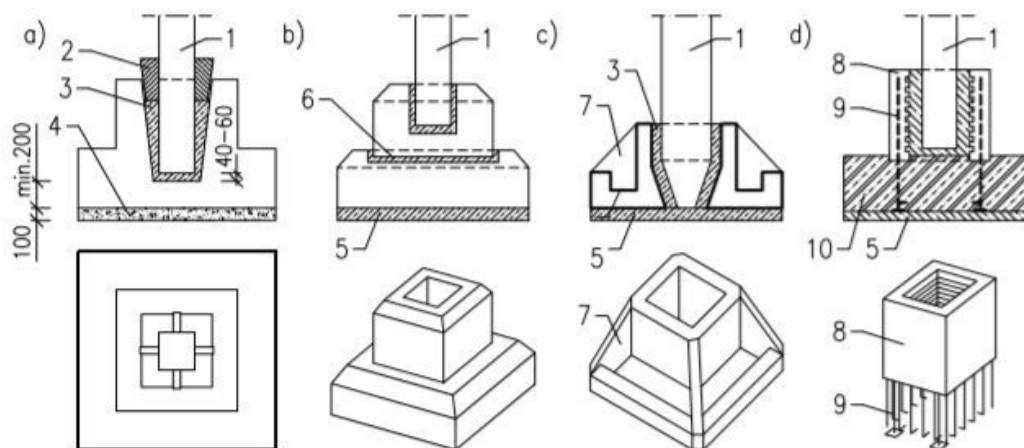
- kalichové pätky,
- plné pätky.

Obidva druhy zmôžeme zostaviť buď len z jedného alebo dvoch a viac dielcov, najčastejšie do tvaru stupňovitej pätky. Dno výkopu sa musí vždy vyrovnáť pomocou zhutneného pieskového lôžka hrubého 100 až 150 mm, alebo z podkladového betónu hrubého 50 až 100 mm.



Obr. 48. Nesúmerná základová pätká

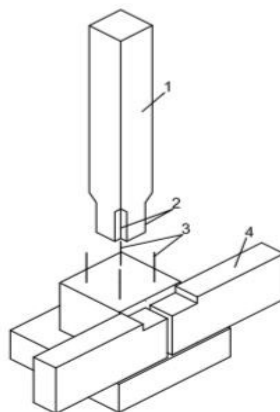
Kalichové pätky (Obr. 49 a) umožňujú votknutie prefabrikovaného stĺpa do pätky. Najčastejšie sa navrhujú pre montované jednopodlažné halové konštrukčné systémy. Stĺp si vyžaduje väčšiu výšku ako je konštrukčná výška podlažia, z dôvodu jeho zakotvenia do prehĺbenej časti pätky tzv. kalicha. V prvej fáze montáže sa zvislá poloha stĺpa zabezpečí drevenými klinmi. Kalichové pätky sa uplatňujú hlavne pri zakladaní halových objektov. Stupňovité kalichové pätky sa navrhujú aj z dvoch a viac prefabrikovaných dielcov ako tzv. *skladané pätky*, Obr. 49 b. Počet prefabrikovaných dielcov určuje veľkosť plochy základovej škáry. Spodný roznášači stupeň je spravidla monolitický. Vhodným tvarovaním prefabrikovaných železobetónových základových pátiok je možné znížiť ich hmotnosť a tým dosiahnuť úsporu betónu aj ocele, pričom ich únosnosť neklesne. *Vylahčené pätky* sa navrhujú zriedka z dôvodu náročnej výroby, Obr. 49 c. Pri zakladaní montovaných stĺpových konštrukcií budov sa v súčasnosti často navrhujú *kombinované základové pätky*, ktoré využívajú montovaný aj monolitický technologický postup výroby. Montované železobetónové stĺpy sa kotvia do prefabrikovaného kalichového dielca s vyčnievajúcou kotviacou oceľovou výstužou, ktorá zabezpečí vzájomné spolupôsobenie s monolitickým železobetónovým spodným stupňom pätky, Obr. 49 d. Potrebné je zabezpečiť vzájomné spolupôsobenie stĺpa a kalichového dielca pätky. Styčná škára medzi nimi je namáhaná predovšetkým na šmyk. Potrebnú únosnosť v šmyku styčnej škáry sa zabezpečí zazubením vnútorného povrchu kalicha.



Obr. 49. Kalichové montované základové pätky:

a) kalichová dvojstupňová pätká, b) skladaná dvojstupňová pätká, c) vylahčená pätká, d) kombinovaná dvojstupňová pätká s prefabrikovaným kalichom zabetónovaným do monolitického železobetónového stupňa pätky,

1 – prefabrikovaný stĺp, 2 – drevené dubové klíny, 3 – betónová zálievka, 4 – pieskové lôžko, 5 – podkladový betón, 6 – previazanie dielcov, 7 – stužujúce rebro, 8 – prefabrikovaný dielec s kalichom, 9 – kotviaca ocel'ová výstuž kalicha, 10 – monolitická železobetónová časť základovej pätky



Obr. 50. Plná montovaná základová pätká:

1 – stĺp, 2 – ocel'ové uholníky, 3 – ocel'ové trne, 4 – prefabrikovaný ocel'ový základový nosník (prah)

Plné pätky (Obr. 50) sa častejšie navrhujú pre viacpodlažné montované stĺpové konštrukčné systémy. Ich výhodou je, že stĺpy vo všetkých podlažiach môžu mať rovnakú výšku. Spoj stĺpa a pätky zabezpečujú ocel'ové kotviace trne, ku ktorým sa stĺpy privaria. Kotviace ocel'ové trne sa do základovej pätky zabetónujú buď už pri jej výrobe, alebo sa vložia do vynechaných otvorov v základovej pätky a následne sa zalejú cementovou maltou až na stavbe. Prefabrikované stĺpy majú v dolnej časti osadené ocel'ové uholníky, ku ktorým sa ocel'ové trne privaria. Obvodový plášť budovy je vhodné založiť na prefabrikovaný železobetónový základový preklad uložený na základových pätkách.

19.3 Základové dosky a krabicové základy

Základové dosky sa navrhujú zásadne ako monolitické základové konštrukcie, prevažne zo železobetónu, ale aj z простého betónu. Ide o tuhé základové konštrukcie, avšak aj veľmi nákladné. Vytvárajú súvislý tuhý plošný základ pod celým pôdorysom stavby. Základové dosky sa navrhujú:

- keď, už iný spôsob plošných základov nie je schopný spoľahlivo preniesť zaťaženia konštrukcie budovy,
- vtedy ak plocha základových pätiiek, pásov aj roštov vychádza veľmi veľká, až tak že by sa vzájomne takmer dotýkali,
- v prípade, premenlivej únosnosti a stlačiteľnosti základovej pôdy,
- ak je potrebné zmenšiť rozdielnosť sadania jednotlivých nerovnako ťažkých častí stavby,
- pre stavby s veľkým počtom podlaží s veľkým sústredeným zaťažením,
- pri zakladaní pod hladinou spodnej vody,
- aj v prípade, že spodná voda je agresívna a ochranu spodnej stavby nie je možné zabezpečiť iným spôsobom.

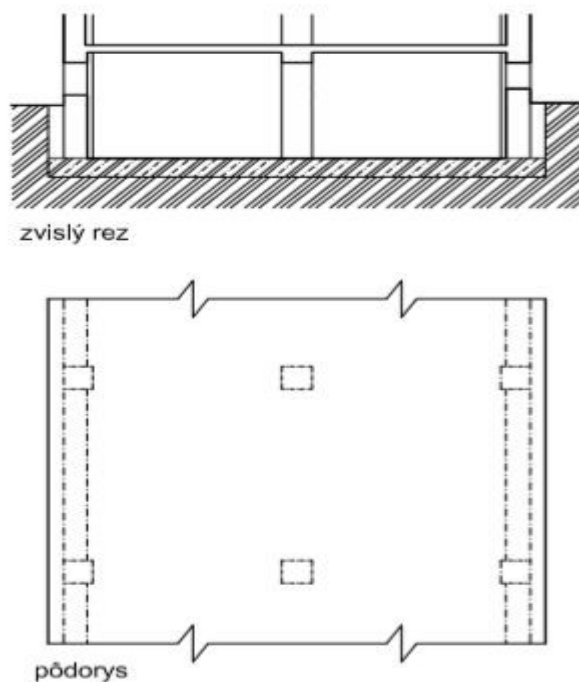
Princíp konštrukčného riešenia základových dosiek je podobný ako pri stropných konštrukciách, avšak základová doska je namáhaná zospodu reakciami základovej pôdy. Podľa tvaru prierezu základové dosky ich rozdeľujeme na:

- rovné, (dosky s konštantou hrúbkou) (Obr. 51),
- rebrové (dosky vystužené hornými alebo dolnými rebrami v tvare roštu). (Obr. 52, 53),
- hríbové (dosky vystužené hríbovými hlavicami) (Obr. 54).

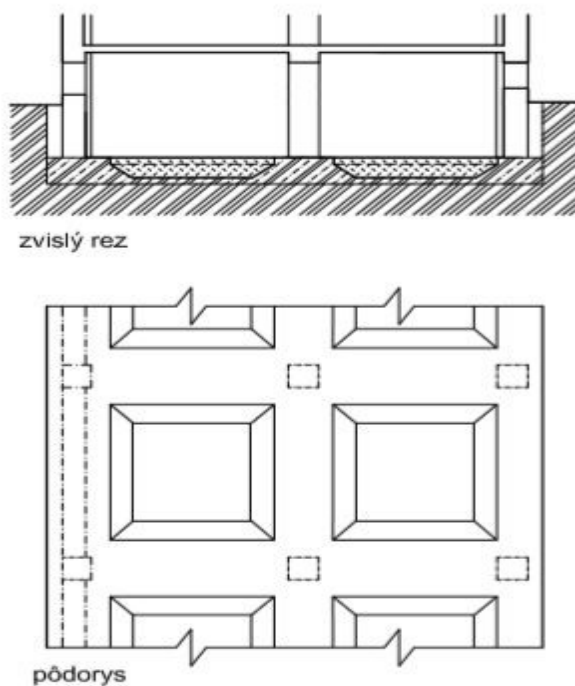
Rovná doska sa navrhuje pre stenové konštrukčné systémy (s ohľadom na rozpätie nosných stien) s konštantnou hrúbkou 500 až 1200 mm, prevažne zo železobetónu, ale môže byť aj z простého betónu. Výhodou železobetónovej rovnej dosky je rovnomerné namáhanie základovej pôdy a jej nevýhodou je veľká spotreba materiálu (betón, oceľ). Rovná základová doska je najjednoduchšia staticky, technologicky aj konštrukčne. Pretože má dolný aj horný povrch ideálne rovný, umožňuje jednoduché zhotovenie podlahovej konštrukcii ako aj izolácie, Obr. 51.

Rebrové alebo hríbové základové dosky sa navrhujú len zo železobetónu, prevažne pre stĺpové konštrukčné systémy s väčšími rozpätiami (väčšou osovou vzdialenosťou stĺpov), ale aj pre stenové konštrukčné systémy v prípade väčšieho rozpätia (osovej vzdialenosti stien) a väčšieho zaťaženia. Kombinácia dosky a rebier (v oboch smeroch), alebo dosky zosilnenej v mieste stĺpa hríbovou hlavicou umožňuje menšiu hrúbku dosky, pretože ju rebrá alebo hríbové hlavice vystužujú. Tuhosť celej rebrovej dosky možno ešte zvýšiť zosilnením rebier nábehmi. Zvislé nosné prvky (steny a stĺpy) sú umiestnené vždy nad rebrami (Obr. 52, 53) príp. nad hríbovými hlavicami (Obr. 54). Rebrá môžu byť riešené ako horné alebo dolné. Nevýhodou základovej dosky s hornými rebrami ako aj dosky s hríbovými hlavicami je nutnosť vyrovnávacieho násypu, prípadne zhotovenie samostatnej pomocnej konštrukcii tvoriacej podklad pre uloženie konštrukcie podlahy. Priestor medzi základovou doskou a konštrukciou podlahy môžeme výhodne využiť pre rozvody inštalácii technického zariadenia budovy. Nevýhodou základovej dosky s dolnými rebrami je členitá základová

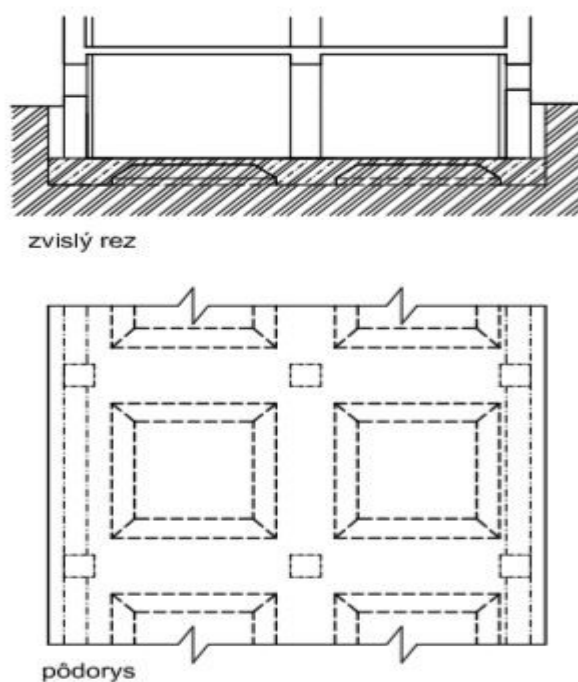
škára. Tento druh dosky sa nesmie navrhovať, v prípade výskytu hladiny podzemnej vody alebo agresívneho prostredia.



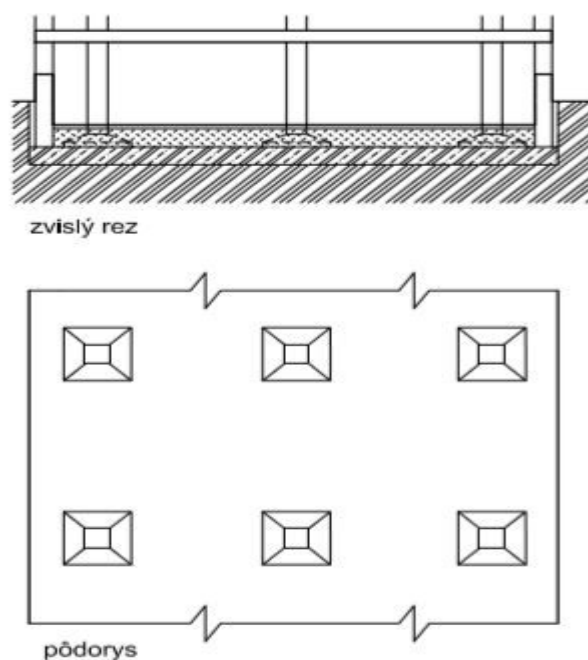
Obr. 51. Základová doska rovná



Obr. 52. Základová doska s hornými rebrami (roštom)



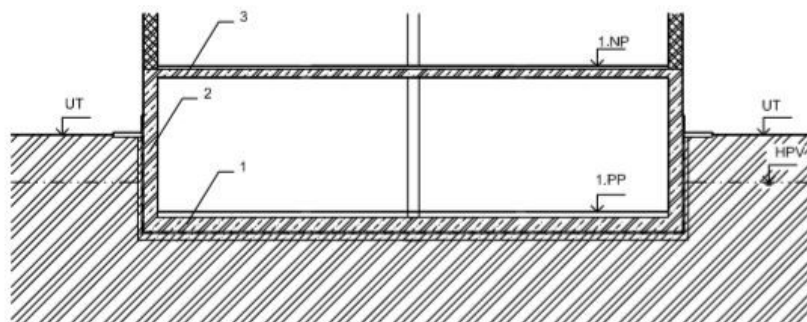
Obr. 53. Základová doska s dolnými rebrami (roštom)



Obr. 54. Základová doska s hríbovými hlavicami

Krabicové základy – podobajú sa veľkej krabici alebo skrini, ktorej dno tvorí základová doska a boky zvislé steny podzemného podlažia a hornú časť strop podzemného podlažia. Všetky časti konštrukcie sú zo železobetónu tuho spojené v priestorový konštrukčný celok, ktorý dodáva stavbe odolnosť proti deformáciám a poruchám. Zjednodušuje sa i samotné zhotovovanie hydroizolácií. Krabicové základy sa navrhujú pre výškové a ťažké budovy

s podzemnými podlažiami, ktoré sú založené na stlačiteľných vrstvách podložia s premenlivou hrúbkou vrstiev alebo pri výskyte hladiny podzemnej vody, Obr. 55.



Obr. 55. Krabicové základy

1 – železobetónová základová doska, 2 – železobetónová stena, 3 – železobetónový strop podzemného podlažia

Základové dosky aj krabice sú pevné základové konštrukcie, ktoré dobre vyrovnávajú rozdiely sadania jednotlivých častí stavby, pomerne veľké sadnutie ovplyvňuje základovú pôdu v okolí stavby, preto nie sú vhodné pri zakladaní stavieb v prielukách, alebo v susedstve existujúcich stavieb, ktoré môže ohroziť dodatočné sadnutie novostavby.

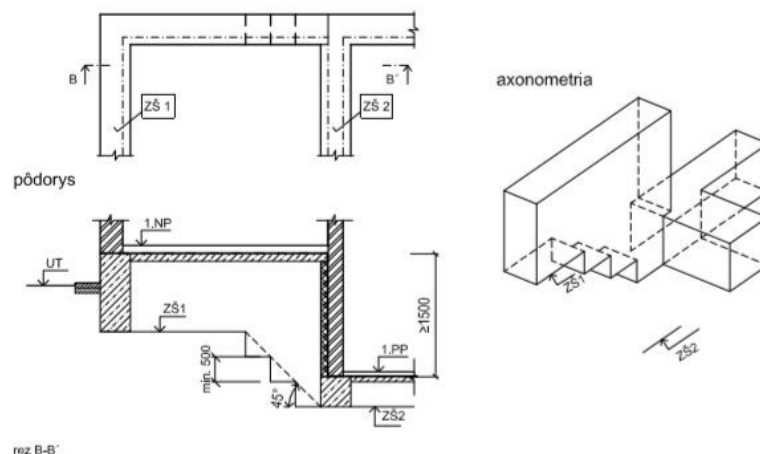
Vhodné je spojenie železobetónovej dosky v rozsahu celého pôdorysu so zvislou železobetónovou obvodovou stenou podzemného podlažia, dosiahne sa tým tuhosť spodnej stavby. Týmto tuhým spojením vznikne pevná priestorová základová konštrukcia tzv. *železobetónová vaňa*, ktorá sa navrhuje, ak najnižšie podlažie navrhovanej stavby sa dostane pod úroveň hladiny podzemnej vody, kedy treba počítať aj spôsobením hydrostatického tlaku ako na základové konštrukcie, tak aj na obvodové steny suterénu. Ide o veľmi náročné zakladanie, nie len na spotrebu materiálu, ale aj na ich zhotovenie (odvedenie a odčerpávanie podzemnej vody). Z ekonomického, ale aj z technického hľadiska je potrebné voľbu takéhoto spôsobu založenia rozhodne veľmi zvážiť. Treba povedať, že v súčasnosti je to veľmi rozšírený spôsob založenia, hlavne v mestách, pretože sa pod budovami budujú aj niekoľkopodlažné podzemné garáže.

19.4 Osobitné úpravy plošných základov

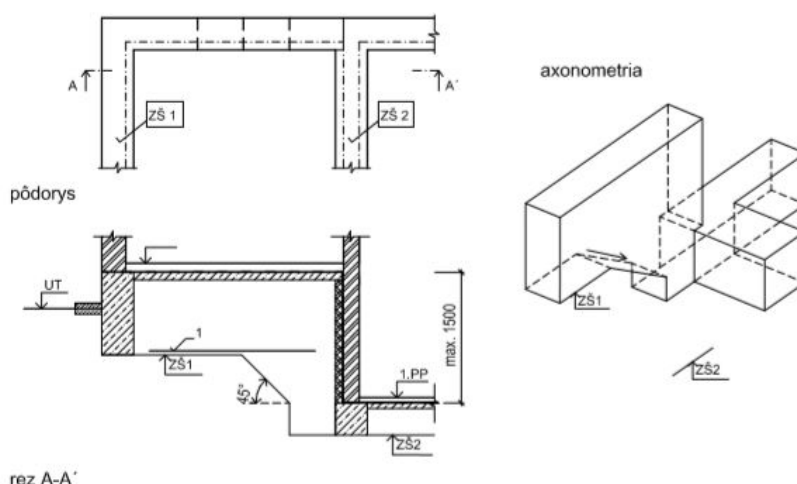
Plošné základové konštrukcie pozemných stavieb si často vyžadujú zvláštne konštrukčné úpravy, ktoré sa môžu vyskytnúť pri zmene výškovej úrovne podzemných podlaží, pri zakladaní na svahovitom teréne, pri zakladaní nenosných najčastejšie obvodových stien stĺpových konštrukčných systémov, pri zakladaní v blízkosti susedných existujúcich konštrukcií budov, pri zakladaní doplnkových konštrukcií stavby, ako aj v prípade nutnosti riešenia otvorov v základových konštrukciách pre rozvody technického zariadenia budov.

Výšková zmena najnižšieho podlažia ovplyvňuje tvarové riešenie plošných základov a to hlavne vtedy, ak je stavba len čiastočne podpivničená, alebo ak sa prehĺbi len určitá jej časť (napr. výtahová šachty, kotolňa a pod.) V týchto prípadoch sa musia základové pásy v rôznych hĺbkach vzájomne previazať. Ak je výškový rozdiel konštrukcií podláh väčší ako

1500 mm základové pásy sa nadväzujú stupňovite (Obr. 56) a pri menšom rozdieli ako 1500 mm sa môžu navrhnuť s vystužením základového pásu s nábehom, Obr. 57. Odklon od vodorovnej roviny stupňovania základov by nemal byť väčší ako 45° . Úprava je potrebná najmä vtedy, ak je základová pôda menej únosná a značne stlačiteľná.



Obr. 56. Stupňovité napojenie základového pásu pri čiastočne podpivničenej stavbe

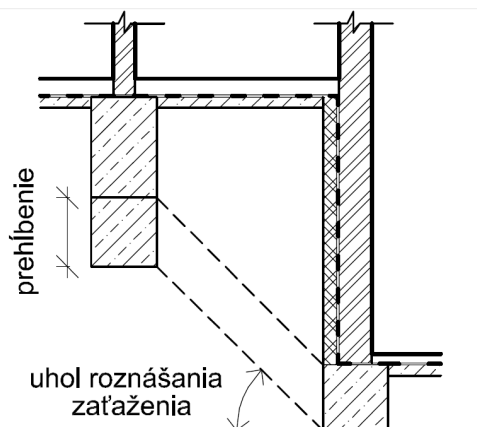


Obr. 57. Napojenie základového pásu pri čiastočne podpivničenej stavbe vystuženým železobetónovým pásom s nábehmi:

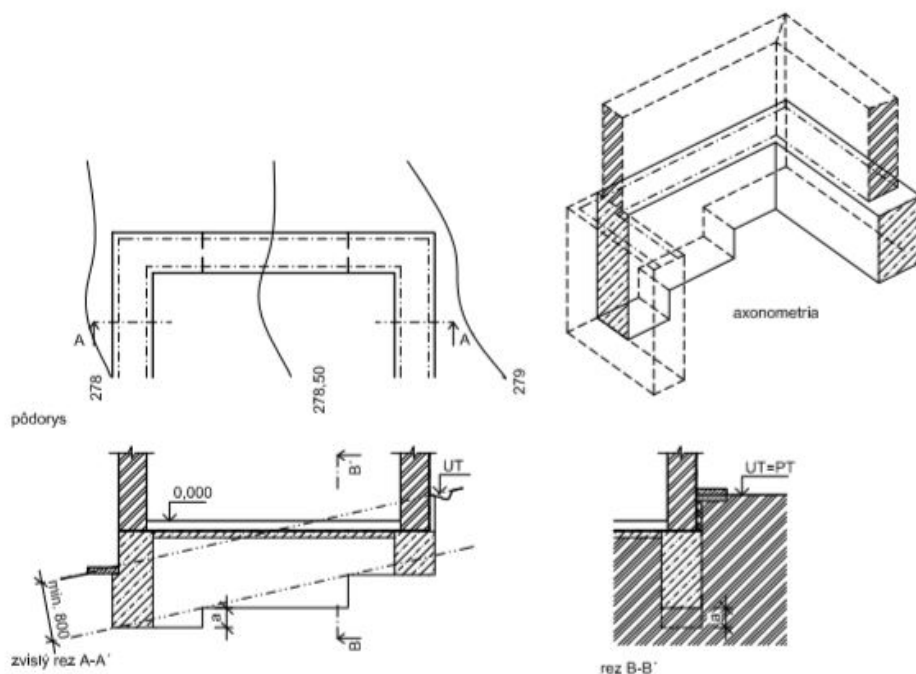
1 – prídavná výstuž

Dva základy umiestnené v blízkom susedstve zaťažené nosnými stenami musia byť vzájomne odsadené v takej hĺbke, aby sa vzájomne neovplyvňovali. Uhol roznášania zeminy φ vyššie položeného základu nesmie nezasahovať do susedného nižšie položeného základu, môže sa ho len dotýkať, Obr. 58.

Ak sa konštrukcia stavby zakladá na svahovitom teréne, základové pásy pod vonkajšími obvodovými stenami sa navrhujú tak, aby prebiehali po vrstevniciach terénu, a aby ich základová škára bola z hľadiska klimatických vplyvov v každom mieste v nezamrzajúcej hĺbke. Z tohto dôvodu je potrebné základové pásy pod vonkajšími obvodovými stenami upraviť stupňovite (Obr. 59).



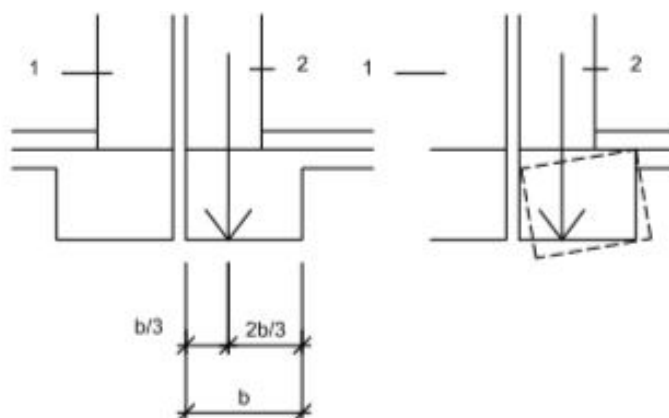
Obr. 58. Nevyhnutné zníženie základu



Obr. 59. Zakladanie nepodpivničenej stavby vo svahovitom teréne

Pri zakladaní na hranici susedných budov môže nastať situácia, keď sa nová stavba pristavuje k existujúcej budove jednou stranou (prístavby), alebo obidvoma stranami (v prípade radovej zástavby – v prieluke). Základ novej stavby nesmie presahovať cez hranicu pozemku. Základ stavby je v takom prípade zaťažený excentricky, čo spôsobuje nerovnomerné namáhanie základovej pôdy, Obr. 60. Nerovnomerné zaťaženie môže byť príčinou jednostranného sadnutia základu. Preto výslednica tlaku v štítovej stene prípadne v krajnom stĺpe nesmie presiahnuť vnútornú tretinu šírky základu, aby základ neklesol jednostranne a nezlomil sa pôsobením vzniknutého ťahového namáhania. Základy novej stavby však zaťažujú podlažie nielen vo vlastnom pôdoryse, ale aj pod príľahlou časťou susedného objektu. Zaťaženie novej stavby sa spočíta s pôvodným zaťažením susednej stavby, čo môže spôsobiť dodatočné sadnutie jej základov, najmä ak ide o stlačiteľnejšiu základovú pôdu. Základy novej stavby musia zabezpečovať stabilitu celého objektu stavby a nesmú ohroziť susedné stavby.

Nová stavba musí byť od existujúcej stavby oddelená dostatočne širokou voľnou škárou, aby sa obe susedné stavby o seba neopierali, ani pri prípadnom naklonení novostavby vplyvom nerovnomerného sadania. Nerovnomerné sadanie novostavby môže zapríčiniť aj väčší pokles jej základov na voľných stranách ako na strane so susediacou stavbou, kde základová pôda je už stlačená a skonsolidovaná. Nepriaznivým vplyvom excentrického zaťaženia základov na hranici pozemku a dodatočnému sadaniu podzákladia susednej stavby môžeme zabrániť založením novej stavby na krátkych pilótach, ktoré však nesmú byť baranené s ohľadom na otrasy, prípadne zlepšením kvality základovej pôdy injektovaním,



Obr. 60. Excentrické zaťaženie základov štítových stien:
1 – existujúca stavba, 2 – novostavba, 3 – pokles základu

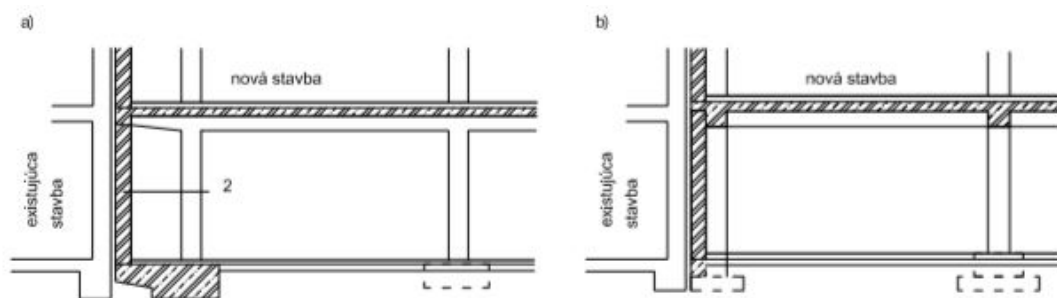
výmenou základovej pôdy za štrkový vankúš alebo vhodnou konštrukčnou úpravou nosnej konštrukcie budovy nad základmi, tak aby základ novej budovy bol namáhaný centricky.

Pri zakladaní novej stavby na hranici susedných budov môžu nastať tri situácie. Nová stavba je založená v rovnakej úrovni, prípadne je založená vyššie alebo nižšie ako základová škára existujúcej susednej budovy. V každom prípade je potrebné prispôbiť založenie novej stavby, tak aby sa zamedzilo možnému poškodeniu stavieb pri nerovnomernom sadaní.

Zo statického hľadiska je najvhodnejšie založenie novej stavby na rovnakú úroveň základovej škáry s existujúcou stavbou. Centrické namáhanie základov novej stavby možno zabezpečiť napr. pri skeletovom konštrukčnom systéme založením stavby na základovom páse s konzolou, ktorá spolu s konzolami prievlakov na všetkých podlažiach prenáša zaťaženie štítovej steny novej stavby, Obr. 61 a. Vhodné je aj prenášanie zaťaženia štítovej steny železobetónovým základovým nosníkom, uloženým na základových pätkách, Obr. 61 b.

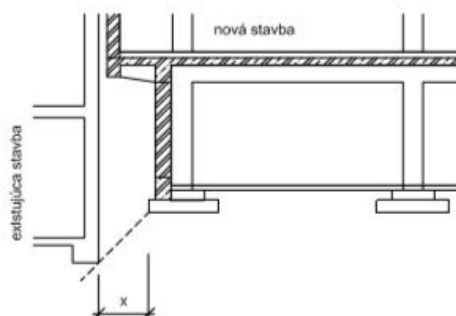
Ak je nová stavba založená vyššie ako existujúca stavba, to je v prípade, že základová škára existujúcej stavby je nižšie ako základová škára novej stavby, hraničný základ novej stavby musí byť odsadený v dostatočnej vzdialenosti (x v Obr. 62) ktorú určuje uhol vnútorného trenia základovej pôdy φ .

V situácii, keď základová konštrukcia novej stavby má úroveň základovej škáry nižšie ako existujúca stavba je podobne výhodné jej základ odsadiť o dostatočnú vzdialenosť (x v Obr. 63 a), aby sa základy vzájomne neovplyvňovali. Ak nie je možné odsadenie základu, rovnakú úroveň základovej škáry môžeme zabezpečiť prehĺbením základu existujúcej stavby dodatočným podbetónovaním (Obr. 63 b), avšak toto riešenie je veľmi komplikované.

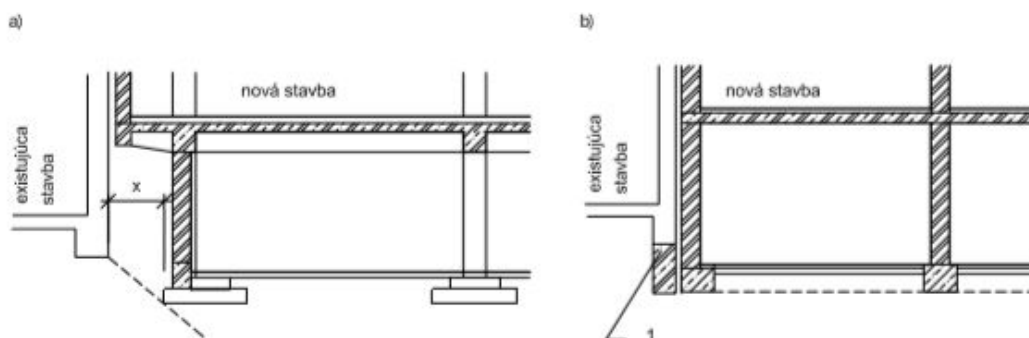


Obr. 61. Založenie novej stavby v rovnej úrovni s existujúcou budovou:

a) založenie štítovej steny na konzole železobetónového základového pásu, b) štítová stena založená na železobetónovom nosníku uloženom na odsadených základových pätkách, 1 – železobetónový základ s konzolou, 2 – nenosná obvodová stena, 3 – základový nosník



Obr. 62. Založenie novej stavby vyššie ako existujúca stavba



Obr. 63 Založenie novej stavby nižšie ako existujúca stavba:

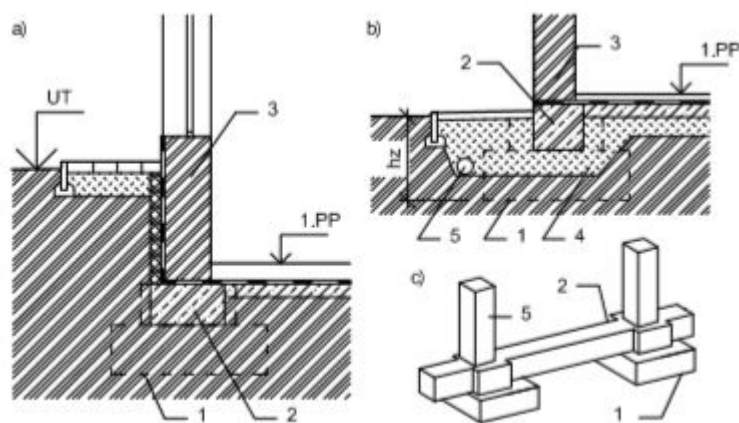
a) založenie odsunutú od hranice pozemku, b) založenie prehĺbením základovej škáry existujúcej stavby

Nenosné obvodové steny skeletových stavieb sa zakladajú na preklady (nosníky), ktoré sú uložené na základoch nosnej konštrukcie (Obr. 64). Ak sa zhotovujú z prefabrikovaných základových dielcov, tak aj preklady pod obvodové steny sa zhotovujú z prefabrikovaných dielcov, ktoré môžu byť na rôzne rozpätia a zaťaženia. Vzájomné spojenie prefabrikovaných dielcov sa zabezpečí zvarovaním prečnievajúcej výstuže. Pri monolitických základoch sa

spravidla aj preklady navrhujú monolitické, votknuté do základových pätičiek alebo priečnych základových pásov zvislých nosných konštrukcií, ich vzájomným spojením sa vytvorí tuhý

rošt. Nenosné konštrukcie obvodových stien tak majú spoločný základ s nosnou konštrukciou budovy, čím sa zabezpečí rovnomerné sadanie celej stavby. Nakoľko základové preklady neprenášajú zaťaženie na základovú pôdu, ale do svojich podpôr. Vylúčia sa tak deformácie, ktoré by vznikli rozdielnym stlačením základovej pôdy pod základmi nosných a nenosných častí stavby. Podopreté základové preklady nemusia ležať v nezamrzajúcej hĺbke, takéto založenie nenosných obvodových stien je ekonomicky výhodné najmä pri stavbách bez podzemného podlažia. Aby sa zamedzilo ich zdvíhu mrazom, musia sa podložiť štrkovou vrstvou. V prípade nepriepustného podlažia do štrkového zásypu je potrebné vytvoriť obvodovú drenáž (pozri časť hydroizolácie). Avšak nosné podpory prekladov (základové pätky príp. pásy) musia byť založené v nezamrzajúcej hĺbke, Obr. 64 b.

Obvodové steny podzemných podlaží môžu byť riešené ako výplňové murivo, ak ich hĺbka zapustenie pod úroveň upraveného terénu v jemnozrnnnej zemine je asi 1500 mm, pretože v takomto prípade bočný tlak zeminy nie je veľký, Obr. 64 a. Pri väčšej hĺbke zapustenia podzemného podlažia, alebo v prípade sypkých zemín, ktoré vyvolávajú na obvodové steny veľké bočné tlaky, je vhodné obvodové steny navrhnuť ako nosné z prostého betónu alebo zo železobetónu založené na základových pásoch. Obvodové stĺpy skeletu začínú



Obr. 64. Založenie nenosných obvodových stien skeletových stavieb:

a) podpivničenej stavby, b) nepodpivničenej stavby, c) axonometria,

1 – dvojstupňová základová pätká, 2 – základový nosník, 3 – nenosná obvodová stena, 4 – drenážna rúrka, 5 – stĺp

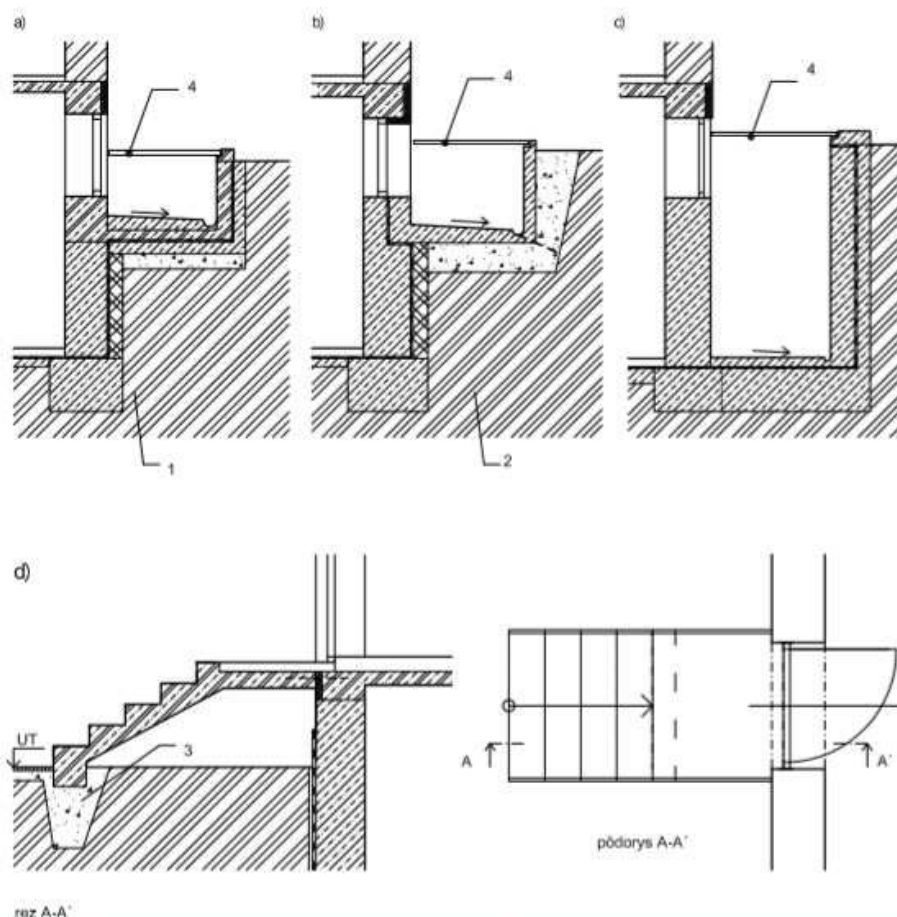
tak až od prvého nadzemného podlažia a budú votknuté do nosnej steny podzemného podlažia.

Vonkajšie doplnkové časti stavieb ako napr. prístrešky, predložené schody, rampy, osvetľovacie a vetracie šachty a pod. sú konštrukcie, ktoré nespôsobia s nosnou konštrukciou budovy, zaťažujú základovú pôdu podstatne menej aj sadajú menej ako nosná konštrukcia vlastnej stavby. Aby sa zamedzilo ich možnému odtrhnutiu a následnému porušeniu je potrebné vyriešiť ich nadväznosť na nosnú konštrukciu vlastnej budovy. V zásade možno doplnkové konštrukcie riešiť dvomi spôsobmi buď ako pevne spojené s nosnou konštrukciou budovy, alebo oddelené od nosnej konštrukcie budovy dilatčnou škárou so samostatným založením.

Pevné spojenie je vhodné iba pre doplnkové konštrukcie menších rozmerov ako napr. vetracie a osvetľovacie šachty, predložené schody s malým počtom schodov, Obr. 64. Takéto konštrukcie sadajú spolu s konštrukciou budovy. Pevné spojenie je potrebné zabezpečiť

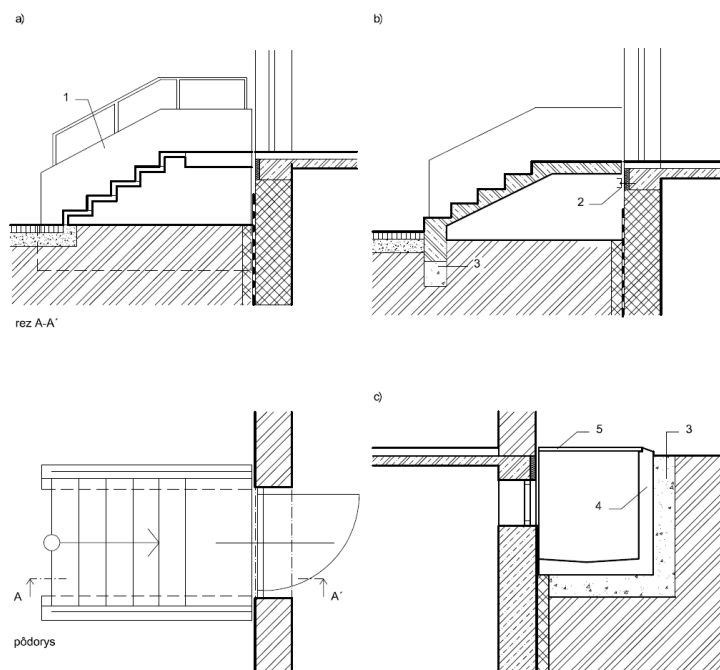
vtedy, keď podzákladie, tvorí málo únosná a stlačiteľná zemina, alebo sa zakladá v zásype. Vetracie a osvetľovacie šachty zabezpečujú prirodzené osvetlenie a vetranie podzemných podlaží. Vetracie a osvetľovacie šachty môžu byť otvorené alebo prekryté spravidla oceľovým roštom. Steny šachty (murované alebo betónové) sú uložené na vykonzolovanej železobetónovej doske votknutej do obvodovej steny podzemného podlažia. V nepriepustných zeminách je potrebné šachtu chrániť proti pôsobeniu zemnej vlhkosti vodotesnou izoláciou, Obr. 65 a. V priepustných zemín sa šachta obsype štrkovým zásypom prípadne sa ešte chráni hydroizolačným náterom, Obr. 65 b. Z dôvodu ohrozenia šachty zdvihom pôsobením mrazových síl v podlaží je potrebné pod každou šachtou zhotoviť štrkový podsyp s drenážou vyvedenou do priepustnej zeminy alebo trativodu. Väčšie otvorené šachty je treba odvodniť cez vtok priamo do kanalizácie. Šachty je možné založiť aj na spoločný základ so stavbou, avšak nevýhodou takého riešenia je veľká hĺbka šachty, Obr. 65 c. Pevné spojenie predložených schodov je možné zabezpečiť vykonzolovaním stropnej doskovej konštrukcie, Obr. 65 d. Aby sa vyložená konštrukcia predložených schodov pri sadaní konštrukcie stavby nezlomila odporom podlažia je potrebné ju uložiť do stlačiteľného štrkopiesku.

Pri väčších rozmerov doplnkových konštrukciách je vhodnejšie ich oddeliť posuvnou dilatálnou škárou so samostatným založením. Tým sa zabezpečí samostatné sadanie, Obr. 66. Pri väčšom počte predložených schodov je vhodné schody oddeliť posuvnou



*Obr. 65. Založenie doplnkových konštrukcií spolupôsobiacich s nosnou konštrukciou budovy:
 a) osvetľovacia a vetracia šachta v nepriepustnej zemine, b) osvetľovacia a vetracia šachta v priepustnej zemine, c) osvetľovacia a vetracia šachta založená na spoločnom základe, d) predložené vyrovnávacie schody podopierané vykonzolovanou doskou,
 1 – nepriepustná zemina, 2 – priepustná zemina, 3 – oceľový rošt*

dilatačnou škárou, Obr. 66 a. Schody sú uložené na bočné steny so samostatnými základovými pásmi. Prvý nástupný schod je potrebné podsypať štrkopieskom. Predložené schody vytvorené na zalomenej železobetónovej doske môžeme uložiť kĺbovo na konzolu vyloženú z nosnej konštrukcie budovy a na druhom konci na štrkopieskový vankúš do nezámrznej hĺbky, Obr. 66 b. Oddelene sa zakladajú prefabrikované osvetľovacie šachty, ktoré v priepustných zeminách nie je potrebné izolovať proti zemnej vlhkosti, Obr. 66 c.

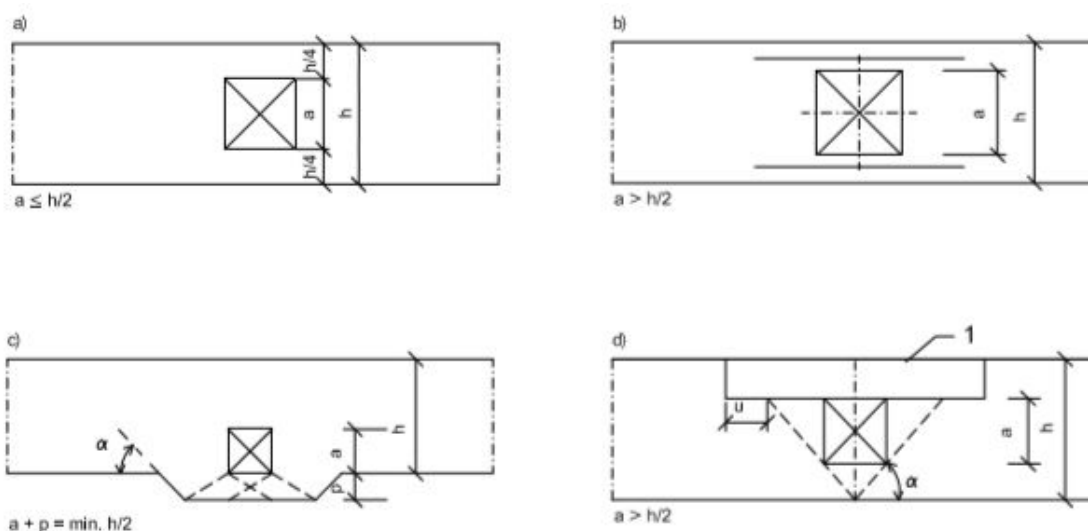


Obr. 66. Založenie doplnkových konštrukcií oddielatovaných od nosnej konštrukcie budov: a) osvetľovacia šachta oddelená od konštrukcie budovy dilatačnou škárou, b) predložené schody kĺbovo spojené s konštrukciou budovy, c) predložené schody oddelené od konštrukcie budovy dilatačnou škárou

V základoch je často potrebné vynechať otvor na vedenie inštalácií zdravotnej techniky (napr. ležaté rozvody kanalizácie vodovodnej prípojky a pod.). Pri návrhu konštrukčnej úpravy na prestup potrubia základovou konštrukciou je potrebné poznať veľkosť prierezu a polohu potrubia. Môžu prechádzať samotnou hmotou základu a pod. alebo nad základovým pásom. Ak prechádza potrubie hmotou základu nesmie byť oslabenie otvorom väčšie ako polovica výšky základu. Ak veľkosť otvoru je väčšia, je potrebné základový pás upraviť a to nad alebo pod otvorom, zvýšením, prehĺbením alebo vystužením, Obr. 67 a, b, c, d.

V situácii, ak potrubie prechádza bezprostredne pod základovým pásom, z dôvodu porušenia základovej pôdy je nutné spodnú časť základového pásu upraviť ako preklad nad otvorom – vystužením alebo vloženie prefabrikovaného dielca, ktorého dĺžka závisí od šírky ryhy pre potrubie a od roznášacieho uhla zeminy. Prípadne možno základ prehĺbiť až na úroveň dna ryhy, Obr. 68 a, b.

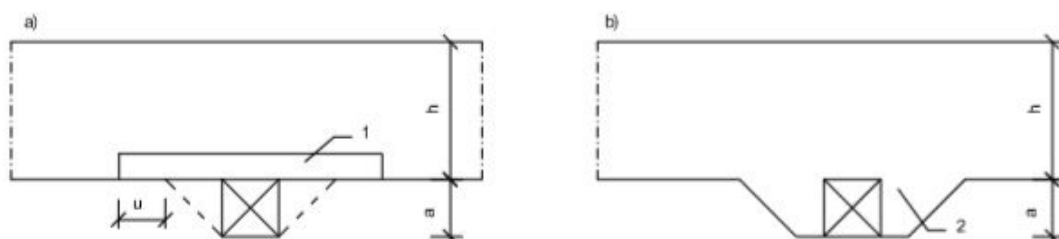
Otvor v nosnej stene nad základovým pásom neovplyvní konštrukčné riešenie základu, ak nie je širší ako dvojnásobná výška základu h . V prípade, že šírka základu je väčšia ako dvojnásobok výšky základu, ale max $4h$ musí sa základ vystužiť ako obrátený železobetónový preklad proti pôsobeniu reakcie zeminy na zaťaženie, Obr. 69 a, b.



Obr. 67. Úprava základového pásu pre prestup potrubia v hmote základu:

a) otvor v strede základu bez úpravy, b) pri väčšom otvore základ vystužený výstužou, c) nad otvorom v základovom pásu je vytvorený preklad, d) otvor pri základovej škáre zosilnenie základu nábehom,

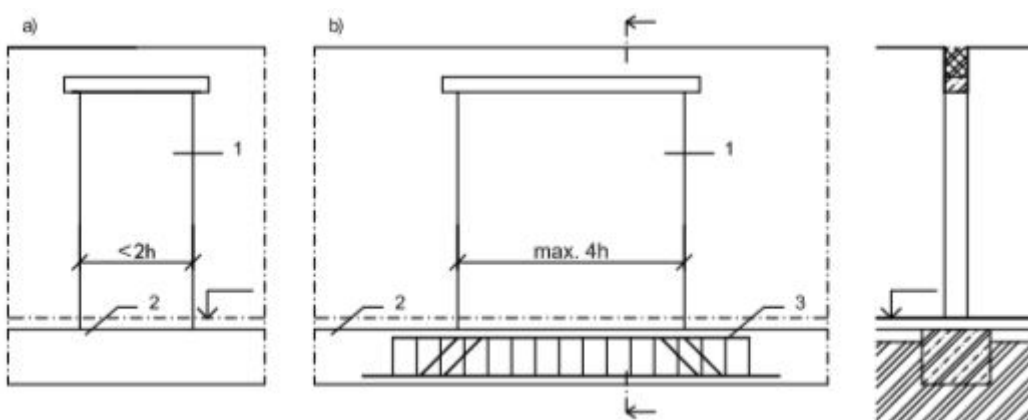
1 – preklad, a – výška otvoru v základe, h – výška základu, p – prehĺbenie základu



Obr. 68. Úprava základového pásu ak inštalačné potrubie prechádza pod základom:

a) nad potrubím je preklad, b) prehĺbenie základu obchádza potrubie,

1 – preklad, 2 – prehĺbenie základu obchádzajúce potrubie



Obr. 69. Úprava základu ak je v nosnej stene nad základovým pásom otvor:

a) menší otvor nad základom, b) väčší otvor nad základom

1 otvor v stene, 2 – základ, 3 – vložená výstuž, h – výška základu

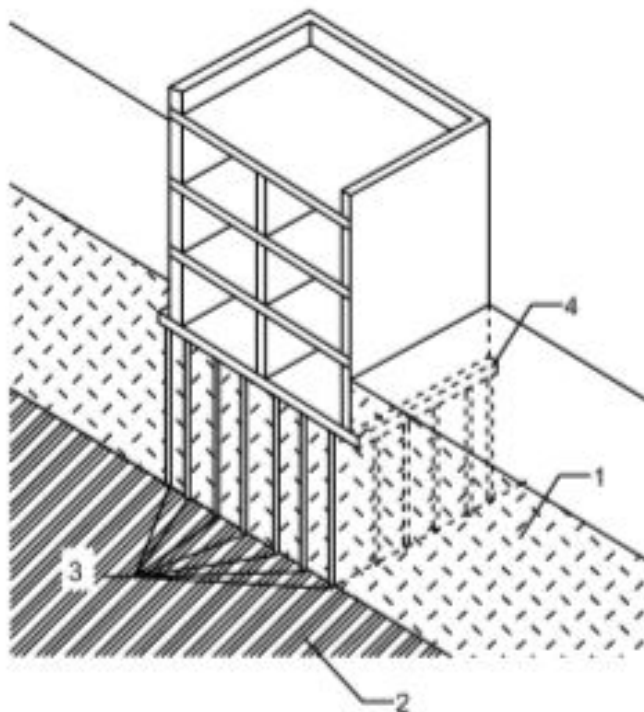
20 Hĺbkové základy

Hĺbkové základy sa navrhujú, vtedy keď primerane únosná vrstva zeminy, vhodná na založenie stavby sa nachádza vo väčšej hĺbke pod povrchom terénu. Použitie plošného základu, by bolo v danom mieste, zo statického, konštrukčného, technického ako aj ekonomického hľadiska už nereálne. Hĺbkové základy tvoria v podstate zvislé základové konštrukčné prvky, ktoré rozdeľujeme podľa spôsobu zhotovenia a ich rozmerov na:

- *pilóty* (sú tyčové prvky s priemerom väčším ako 300 mm),
- *mikropilóty* (sú to tyčové prvky s priemerom menším ako 300 mm),
- *podzemné steny* (sú zvislé plošné prvky tvoria ich súvislé steny hrúbky 400 až 1500 mm),
- *studne* (ich priečny rozmer je väčší ako 2000 mm),
- *kesóny* (ich priečny rozmer je väčší ako 2000 mm).

20.1 Pilóty

V súčasnosti medzi najviac používané hĺbkové základy patria pilóty. Navrhujú sa spravidla z dvoch dôvodov, ak horné vrstvy základovej pôdy sú neúnosné alebo, aby sme sa pri zakladaní v únosnej pôde vyhli veľkým objemom zemných a betonárskych prác (technické alebo ekonomické dôvody výstavby). Pilóty sú zvislé základové prvky, v podstate ide o stĺpy vytvorené z pevného materiálu zabudované do horninového prostredia, ktoré prenášajú zaťaženia do väčších hĺbok (Obr. 70).



Obr. 70. Zakladanie na pilótach: 1 – neúnosná zemina, 2 – únosná zemina, 3 – pilóty, 4 – plošný základ

Konstrukcie budov zakladáme na *krátke pilóty* (dlhé 1,0 až 6,0 m) alebo na *dlhé pilóty* (dlhé 6,0 až 20 m, prípadne aj viac), ktoré môžu byť prefabrikované alebo monolitické, razené alebo vŕtané. *Dlhé pilóty* sa používajú na zakladanie v prípade:

- úplne neúnosných horných vrstiev základovej pôdy (napr. bahno, rašelina, rozmáčané zeminy, navážky a pod.), avšak vo väčších hĺbkach sa vyskytujú únosné vrstvy z hrubozrnných štrkovitých a piesčitých zemín alebo skalný podklad,
- ak plošné zakladanie by bolo náročné pre výskyt vysokej hladiny podzemnej vody v blízkosti pod povrchom terénu,
- založenia stavby pod hladinou podzemnej vody, pri ktorom pilóty zabezpečujú kotvenie proti vztlaku vody,
- ak zaťaženie jednotlivých častí stavby je značne rozdielne a nemožno medzi nimi umiestniť dilatčné škáry,
- zakladania výškových stavieb a ťažkých priemyselných stavieb, pri ktorých ide o prenesenie sústreďeného zaťaženia, resp. zakotvenia vysokých stavieb do pôdy,
- zakladania nových stavieb v susedstve existujúcich stavieb na stlačiteľnej zemine (obmedzené sadanie).

Nakoľko pri plošnom zakladaní sa značná časť finančných nákladov spotrebuje na zemné práce, je snahou tieto práce maximálne obmedziť. Na stavenisku s dobrými základovými podmienkami to môžeme dosiahnuť zvýšením úrovne základovej škáry plošných základov vynechaním podzemného podlažia, alebo podchytením plošných základov umiestnených približne v úrovni terénu, *krátkymi pilótami*. Niekedy o voľbe pilótového zakladania rozhodujú osobité miestne podmienky, i keď to nemusí byť technicky alebo ekonomicky najvýhodnejší spôsob zakladania. Takýmito osobitými podmienkami sú krátke stavebné lehoty, výstavba v zimnom období, nemožnosť realizovať väčšie zemné práce na stavenisku a pod.

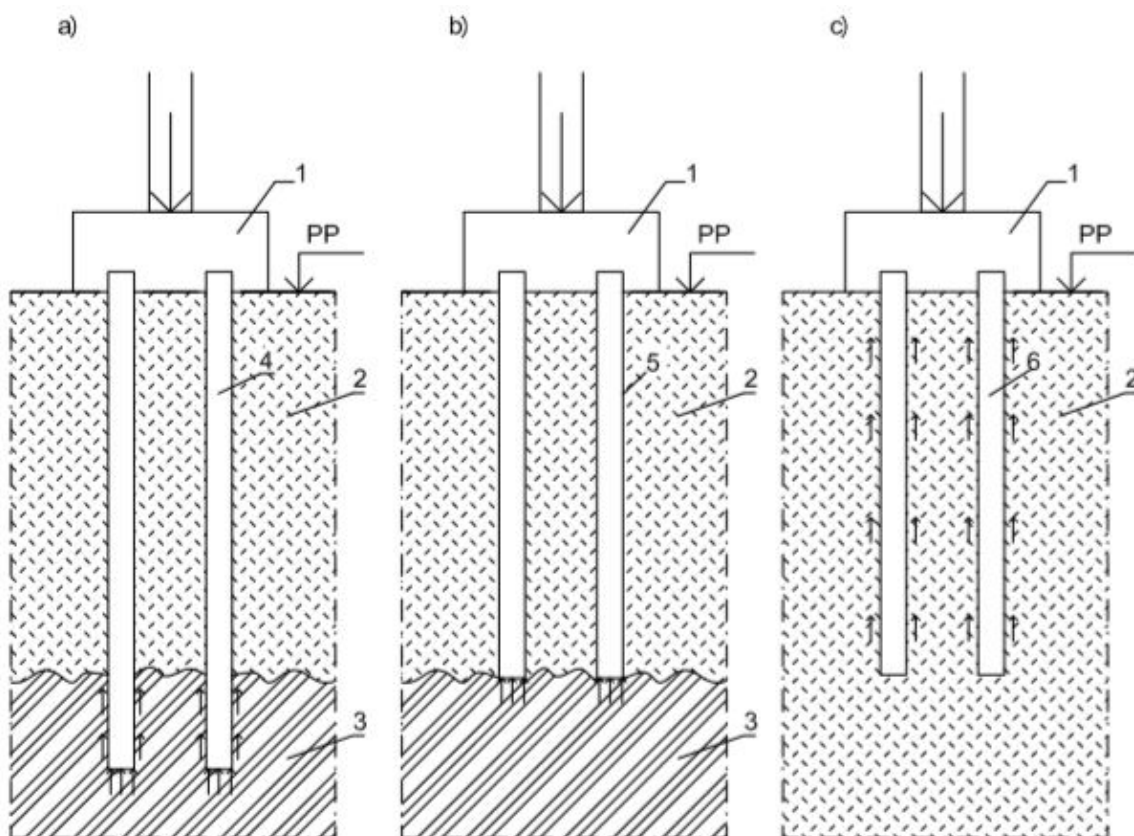
Podľa použitého materiálu pilóty môžu byť drevené, oceľové, betónové, železobetónové a predpäté. V súčasnosti sa najviac využívajú betónové a železobetónové pilóty. Drevené a oceľové pilóty sa navrhujú už len zriedka. Podľa priemeru pilóty rozdeľujeme na *malopriemerové* (s priemerom nad 300 mm až do 600 mm) a *veľkopriemerové* (s priemerom nad 600 mm).

Podľa spôsobu prenosu zaťaženia rozoznávame pilóty opreté, plávajúce a votknuté.

Opreté pilóty sa opierajú päťou o únosnú zeminu alebo skalný podklad. Celé zaťaženie sa prenáša driekom pilóty cez päť do únosnej zeminy. Navrhujú sa v prípade, ak únosná zemina sa nachádza primerane dostupnej hĺbke, Obr. 71 a.

Plávajúce pilóty prenášajú zaťaženie trením plášťa pilóty o okolitú zeminu, využitie päty pilóty je zanedbateľne malé. Navrhujú sa vtedy, keď únosná vrstva sa nachádza vo veľkej hĺbke, Obr. 71 b.

Votknuté pilóty majú hornú časť v neúnosnej zemine a dolná časť je votknutá do únosnej vrstvy, v ktorej sa využíva trenie na plášti a zároveň aj únosnosť päty pilóty, Obr. 71 c.



Obr. 71. Rozdelenie pilót podľa spôsobu prenosu zaťaženia: a) votknuté, b) opreté, c) plávajúce,

1 – plošný základ, 2 – neúnosná zemina, 3 – únosná zemina, 4 – votknutá pilóta, 5 – opretá pilóta, 6 – plávajúca pilóta, PP – pracovná plocha (dno stavebnej jamy)

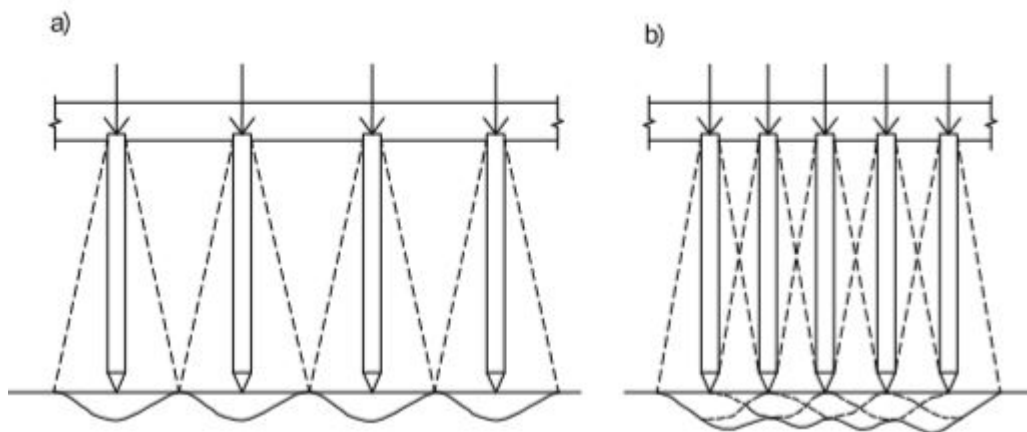
Zo statického hľadiska môžu byť pilóty namáhané tlakom, ťahom, ohybom, vodorovnou silou, ale aj kombináciou týchto účinkov. Ak pilóty prechádzajú cez mäkké vrstvy podložia a opierajú sa o pevný skalný podklad sú namáhané na vzper.

Podľa postupu výroby rozoznávame dve skupiny pilót. Prvú skupinu tvoria pilóty vyrobené vopred (prefabrikované pilóty) a až potom sa zahĺbia na požadované miesto. Do druhej skupiny patria pilóty vyrobené priamo na mieste (monolitické pilóty). V súčasnosti podľa spôsobu zhotovenia, v súčinnosti s najnovšou európskou terminológiou sa pilóty rozdeľujú taktiež do dvoch skupín na *razené* a *vŕtané* pilóty.

Razené pilóty, ide o pilóty zabudované do podložia bez vyťaženia zeminy z priestoru, ktorý zabierajú v podloží. Do tejto skupiny zaraďujeme nie len všetky vopred vyrobené pilóty (drevené, oceľové a prefabrikované železobetónové pilóty), ktoré sa zarážajú do základovej pôdy baranením, vibráciou, vibrobaranením, zatláčaním alebo vplachovaním, ale patria sem aj zavŕtavané pilóty zhotovené priamo na mieste, ktoré pri zabudovaní roztláčajú zeminu do strán vo svojom okolí.

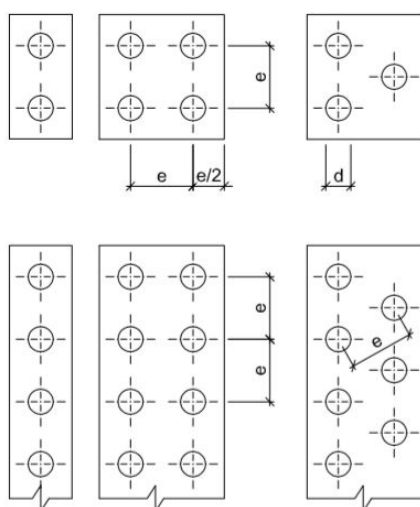
Vŕtané pilóty sa zhotovujú priamo na stavenisku, keď sa najprv vyťaží zemina z vrtu a následne sa nahradí betónom. Ide v podstate o monolitické pilóty zhotovené z betónu alebo zo železobetónu pomocou suspenzie (napr. ílovej, bentonitovej), výpažnice (oceľovej rúry) alebo bez výpažnice v závislosti od mechanických a fyzikálnych vlastností zeminy.

Podľa vzájomného vzťahu sa rozoznávajú pilóty samostatné a skupinové. Samostatné pilóty sú vzdialené od seba tak, že sa vzájomne neovplyvňujú. V takýchto prípadoch sa priebehy zvislých napätí pod susediacimi pilótami vzájomne neprekrývajú, Obr. 72 a. Skupinové pilóty sa vzájomne ovplyvňujú a zo statického hľadiska sa posudzujú ako jeden celok. Ide o pilóty s menšími vzdialenosťami od seba, kedy priebehy zvislých napätí jednotlivých pilót sa vzájomne prekrývajú, Obr. 72 b. Skupinu pilót tvoria minimálne dve pilóty.



Obr. 72. Rozdelenie pilót podľa vzájomného vzťahu: a) samostatné pilóty, b) skupinové pilóty

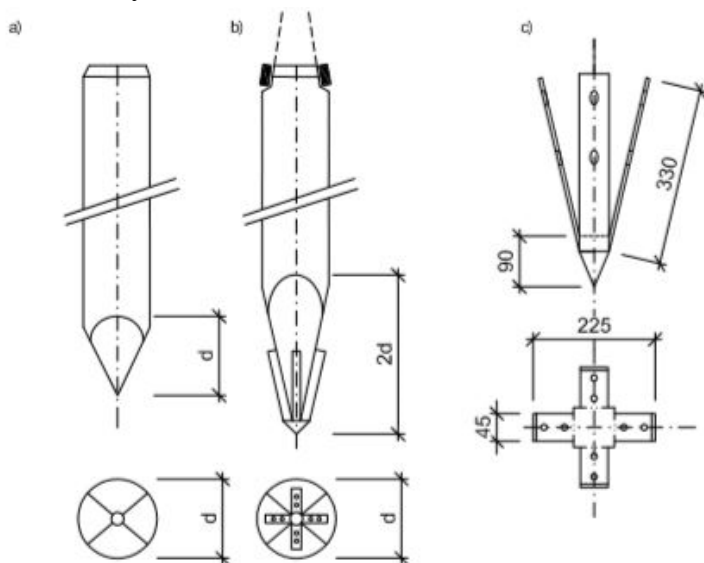
Veľkosť rozmerov základových pätičiek, pásov a dosiek nad hlavicami pilót určuje počet pilót a spôsob ich rozmiestnenia. Počet pilót je daný prenášaným zaťažením, voľbou spôsobu vyhotovenia, typom a únosnosťou pilót. Základové pásy môžu byť pilótami podopierané v pozdĺžnej osi, alebo súmerne k tejto osi. Pätky niekoľkými pilótami (najmenej dvomi) a dosky radami pilót. Usporiadanie pilót môže vytvárať pravouhlú alebo diagonálnu pôdorysnú sieť pod plošnými základmi. Osová vzdialenosť e pri opretých a votknutých pilótach má byť najmenej 2,5-násobok priemeru pilóty d , avšak minimálne 700 mm. Pri plávajúcich pilótach je to najmenej 3,5-násobok priemeru pilóty, avšak minimálne 1000 mm, Obr. 73.



Obr. 73. Rozmiestnenie pilót

20.1.1 Drevené pilóty

Vyžadujú si trvalé ponorenie pod hladinu vody, dosiahnutie potrebného priemeru dĺžky. Drevo musí odolávať striedavým účinkom vlhkosti. Na ich výrobu je vhodná borovica, smrek a jedľa, hlboko impregnovaná. Pri vnikaní do horniny sa hrot pilóty chráni oceľovou špičkou. V hornej časti sa hlava pilóty chráni oceľovou obručou, Obr. 74. Výhodou drevených pilót je ich ľahké zarážanie baranidlom, vysoká pevnosť dreva v tlaku a v ťahu, ľahká opracovateľnosť, predĺženie a skrátenie. Nevýhodou je možné zničenie pilóty pri baraní. Dnes sa drevené pilóty používajú veľmi málo, skôr pri provizórnych stavbách, alebo trvale pod hladinou vody.



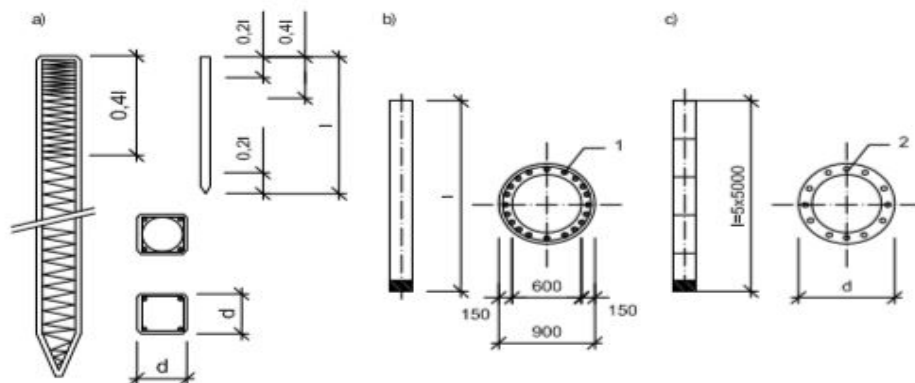
Obr. 74. Drevená pilóta: a) normálna úprava, b) s oceľovým kovaním, c) oceľová bodka

20.1.2 Železobetónové prefabrikované pilóty

Železobetónové prefabrikované pilóty sa navrhujú buď s plným prierezom, alebo duté. V prípade agresívneho podložia je potrebné pre zlepšenie ich trvanlivosti vyrobiť ich z vodotesného betónu. Do horninového podložia sa zahlbujú prevažne zabaranením (voľným pádom bremena z určitej výšky), v prípade v sypkých zemiň vibráciou, zriedka aj vplachovaním. Zhutnenie základovej pôdy vplyvom zabaranenia výrazne zlepšuje jej mechanicko-fyzikálne vlastnosti, čo prispieva tiež k zvýšeniu statickej únosnosti pilót. Výhodou zabaranenia je aj výrazne zníženie objemu zemných prác na stavenisku.

Prefabrikované pilóty s plným prierezom sa navrhujú obvykle štvorcového prierezu 300 x 300 mm až 400 x 400 mm. Ich dĺžku určuje vyhodnotenie inžinierskogeologického prieskumu staveniska, bývajú dlhé do 10 m, Obr. 75 a. Hlavná výstuž pilót pozostáva minimálne zo štyroch prútov v rohoch ovinutých strmienkami, ktoré prenášajú šmykové sily. Na oboch koncoch pilóty (v päte aj v hlave) je šmyková výstuž zhustená, aby pilóta lepšie odolávala dynamickým rázom pri baraní. Krytie výstuže má byť najmenej 40 mm, v silne agresívnom prostredí 70 mm. Počas zarážania pilóty baranidlom je potrebné hlavu pilóty chrániť napr. dreveným tlmiacim blokom. Trhliny spôsobené razením pilóty do 0,15 mm

možno zanedbať. V dôsledku zabaranenia pilót môže nastať nadvihnutie alebo pokles dna stavebnej jamy. V takomto prípade je potrebná nivelizácia jednotlivých hláv pilót a vytlačení zeminu odstrániť ešte pred vybetónovaním základového roštu. Prepojenie základového roštu sa zabezpečí zabetónovaním hláv pilót, prípadne zakotvením vyčnievajúcej výstuže z hláv pilót do monolitického základového roštu, ktorý zabezpečí rovnomernejšie zaťaženie jednotlivých pilót.



Obr. 75. Železobetónové prefabrikované pilóty:

a) pilóta štvorcového prierezu, b) dutá predpätá pilóta, c) dodatočne predpätá dutá pilóta, 1 – výstuž, 2 – trubka pre kábel

Duté prefabrikované železobetónové pilóty sa používajú v prípade potreby dlhších pilót. Výhodou trubkového prierezu je zníženie hmotnosti pilót. Duté pilóty dlhé do 15 m môžu byť z jedného kusu (Obr. 76 b), pri dlhších pilótach ako 15 m možno zostaviť pilóty z viacerých sekcií dlhých 5 m ukončených oceľovými prírubami, ktoré umožňujú ich vzájomné spojenie zoskrutkovaním, Obr. 75 c. Pri týchto pilótach sa využíva predpätie výstuže, čím sa zvýši pevnosť pilóty a zabráni vzniku trhlín v ťahanej oblasti prierezu. Vopred vyrobené prefabrikované železobetónové pilóty sa v našich podmienkach navrhujú menej, výraznejšie prevládajú pilóty vyrobené na mieste.

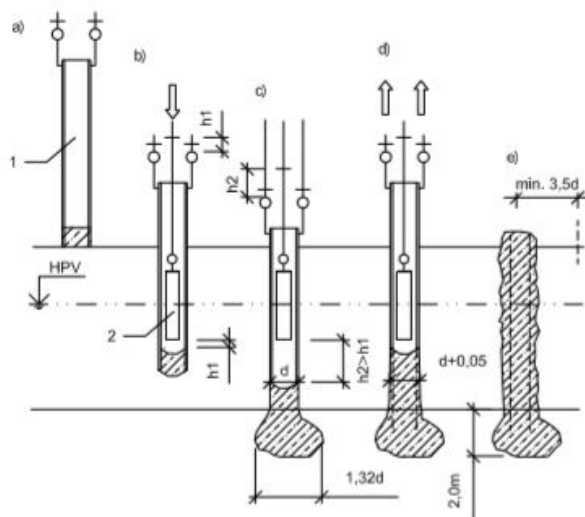
20.1.3 Monolitické pilóty zhotovené na mieste

Pilóty zhotovené priamo na mieste sú monolitické pilóty z prostého betónu alebo železobetónu. Z hľadiska postupu výroby ich môžeme rozdeliť na predrážané, vŕtané a roztláčané. Pri predrážaných pilótach sa zemina z otvorov neodstraňuje, roztláča sa do strán. Pri vŕtaných pilótach sa najprv zemina z vrtu vyhlbi, a následne sa vrt vyplní betónom prípadne sa betónom vystuží oceľovou výstužou. Roztláčané pilóty pri vŕtaní otvoru odstraňujú len časť zeminy, zvyšok zeminy sa roztláča do strán v okolí vrtu.

Predrážané pilóty sa betónujú do vopred predráženého otvoru v zemine, ktorý sa vytvorí za pomoci výpažnice. Je to oceľová rúra priemeru 300 až 500 mm, ktorá sa najprv uplatní ako pilóta zarazená do zeminy, neskôr ako ochrana (forma) počas betónovania pilóty. Výpažnica sa v priebehu betónovania postupne vyťahuje.

U nás boli rozšírené predrážané pilóty typu Franki. Postup ich zhotovenia je znázornený na Obr. 76. Do výpažnice sa najprv nasype vlhká betónová zmes do výšky rovnajúcej sa

približne priemeru pilóty, ktorou sa uzatvorí dno výpažnice. Potom voľným pádom barana s hmotnosťou 2,5 až 5,0 t sa betónová zmes spolu s výpažnicou zatláča do zeminy až do únosnej vrstvy, do ktorej sa pilóta votkne do hĺbky asi 2,0 m. Po dosiahnutí potrebnej dĺžky sa do výpažnice nasype betónová zmes a baranením pod výpažnicou sa vytvorí rozšírená päta pilóty guľovitého tvaru. Postupne sa pridáva betónová zmes a oceľová výpažnica sa pomaly vyťahuje a zhutňovaním sa betónová zmes zatláča do zeminy. V prípade, že sa nevytvára železobetónová pilóta sa po ukončení betónovania do čerstvej betónovej zmesi vloží kotevná výstuž.



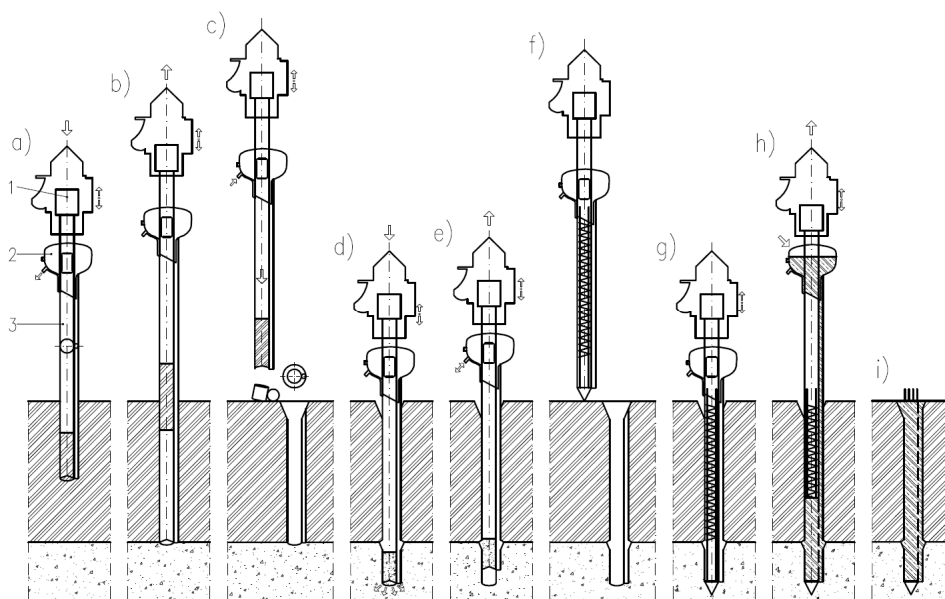
Obr. 76. Predrážané pilóty typu Franki:

a) príprava pilotáže, b) predrážanie otvoru, c) rozšírenie päty d) zhutňovanie drieku pilóty, e) hotová pilóta, 1 – výpažnica, 2 – baranidlo

Vŕtané pilóty sú stĺpy vybetónované do vrtov, z ktorých sa zemina odstraňuje hĺbenými vrtnými súpravami. Použitie vŕtaných pilót je výhodné hlavne pri zakladaní v blízkosti už existujúcich stavieb, kde by otrasy pri zarážaní baranidlom mohli škodiť. Výhodné je ich použiť tiež pri realizácii dlhých pilót do hĺbky 20 až 40 m. Vŕtané pilóty sa betónujú ako pažené (do oceľových výpažníc) alebo ako nepažené do vopred vyhlbeného otvoru. Najmenší priemer majú 300 mm a najväčší aj 6 m, u nás sa používajú s maximálnym priemerom do 2,5 m. Pilóty s priemerom nad 600 mm sa radia medzi veľkopriemerové. Môžu mať rovnaký priemer po celej svojej dĺžke alebo sa v päte prípadne v hlave rozširujú. Vŕtané pilóty môžu byť betónové alebo železobetónové. V situácii, keď sú namáhané prevažne tlakom, sa navrhujú betónové. V suchej zemine sa hĺbia bežnými vrtnými súpravami s priemerom 300 – 600 mm a podľa potreby sa pažia. Výpažnica sa v priebehu betónovania vyťahuje a betónová zmes sa zhutňuje ubíjaním a bližšie k povrchu terénu ponorným vibrátorom. Prípadne sa betónujú do vystuženého vrtu suspenziou.

U nás sú najviac realizované vŕtané pilóty. Vo svete existuje široká škála technologických postupov zhotovenia vŕtaných pilót. Vrtne súpravy sa pozostávajú z podvozku automobilov alebo rýpadiel, ku ktorým sú pripevnené rôzne vrtné nástroje (napr. drapák, stupňovitá fréza, skrutkový vrták a iné). Hĺbenie vrtu sa má uskutočniť bez prerušenia a čo najkratšom možnom čase.

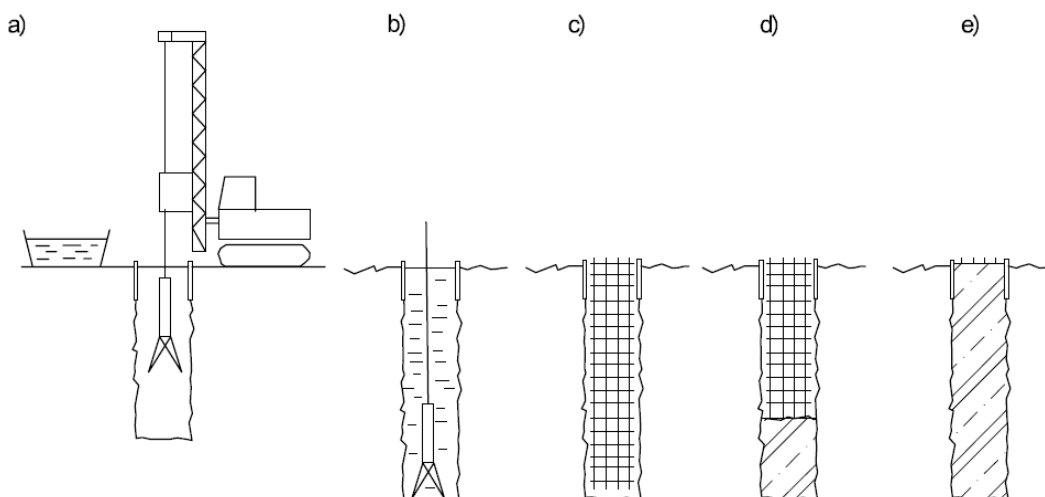
V minulosti sa na Slovensku najviac používali *pilóty typu VUIS*, ktoré vyvinuli vo Výskumnom ústave inžinierskych stavieb v Bratislave (M. Bacmaňák – Š. Laššán, 1976), technologický postup výroby týchto pilót znázorňuje Obr. 77. Technologické zariadenie VUIS sa skladá z výpažnice (oceľovej rúry s priemerom 380 alebo 420 mm), zásobníka a vibrátora. Pilóty VUIS s priemerom 380 mm môžu byť dlhé od 4 do 14 m a s priemerom 420 mm od 4 do 10 m. Pri zhotovovaní železobetónovej pilóty sa nosná výstuž (armovací kôš) vloží do vrtu ešte pred jeho betónovaním, avšak v prípade kratších pilót sa nosná výstuž môže zavibrovať do čerstvého betónu. Zariadenie sa vibráciou zaráža do zeminu, ktorá sa vtlačá do naberacej rúry, Obr. 77 a. Zariadenie spolu so zeminou sa vytiahne na povrch terénu (Obr. 77 b), následne sa vyprázdni pomocou pôsobenia vibrácie a tlaku vzduchu a tiež sa rozšíri vyústenie vrtu, Obr. 77 c. Zariadenie sa znova zavibruje do vrtu a podľa potreby sa vytiahne a vyprázdni. Keď zariadenie dosiahne sytkú zeminu, zarazí sa do nej na požadovanú hĺbku, pričom časť zeminu sa roztláča do strán a pod dolnú časť výpažnice a časť sa zatláča do naberacej rúry, Obr. 77 d. Po dosiahnutí dna vrtu sa zariadenie z vrtu vytiahne, Obr. 77 e. Na povrchu do vyprázdnenej výpažnice sa vloží armovací kôš a zo spodu sa uzatvorí strateným kužeľovým hrotom (Obr. 77 f) a takto upravené zariadenie sa spustí do vyhlbeného vrtu, Obr. 77 g. Zásobník sa otvorí a naplní betónom. Po uzatvorení zásobníka sa zariadenie vyťahuje za stáleho pôsobenia vibrácie a tlaku vzduchu, čím sa vrt vyplňa betónovou zmesou, ktorá sa zároveň aj zhutňuje, Obr. 77 h. Hotovú železobetónovú pilótu zobrazuje Obr. 77 i.



Obr. 77. Technologický postup výroby pilóty VUIS (M. Bacmaňák – Š. Laššán, 1976)

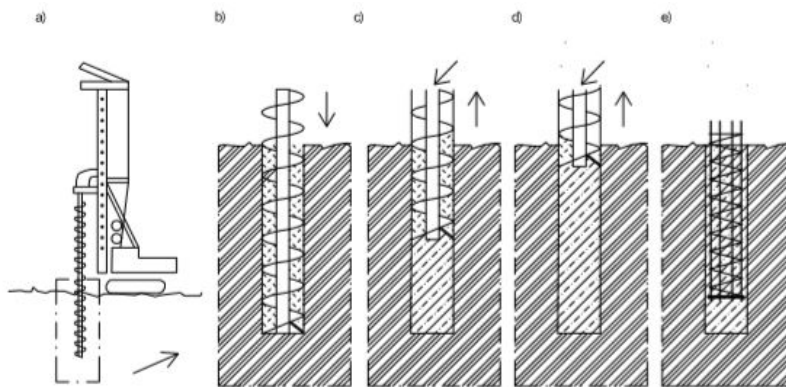
Vŕtané pilóty možno realizovať aj pomocou drapákov pod ochranou suspenzie, Obr. 78. Počas hĺbenia sa vrt vyplní ílovou suspenziou, ktorá zabezpečuje stabilitu steny vrtu. Do vyhlbeného otvoru priamo do suspenzie sa vloží nosná výstuž (armovací kôš) a pomocou oceľovej rúry sa vrt vybetónuje. Ťažšia betónová zmes ľahšiu suspenziu z vrtu postupne vytlačí.

Dôležité je, aby sa suspenzia vo vrte nachádzala čo najkratší čas, z dôvodu zabezpečenia požadovanej kvality pilóty. Pri dlhodobejšom pôsobení suspenzie vo vrte sa na plášti pilóty môže vytvoriť ílovitá vrstva, ktorá znižuje jej plášťové trenie. V prípade, že vrt nemožno hneď zabetónovať, je potrebné pred betónovaním vrt očistiť. Dôležité je tiež zabezpečiť, aby počas betónovania bol dolný koniec rúry stále pod povrchom betónu, aby sa betónová zmes neznehodnotila ílovou suspenziou. Prierez týchto pilót môže mať kruhový alebo obdĺžnikový prierez.



Obr. 78. Postup zhotovenia pilóty pomocou drapáka pod ochranou ílovej suspenzie: a) hĺbenie otvoru paženého ílovou suspenziou, b) očistenie vrtu, c) vloženie výstuže, d) betónovanie pomocou rúry, e) hotová pilóta

Ekonomicky veľmi efektívny postup výroby vŕtaných pilót je technológia CFA, nemeckej firmy Bauer, Obr. 79. Skrutkový vrták špirálovými závitmi navarenými na oceľovej rúre sa zavŕta do podložia do požadovanej hĺbky (Obr. 79 a) a následne sa cez stredovú dutú rúru skrutkového vrtáka dopravuje pod tlakom na dno betónová zmes za nepretržitého vyťahovania vrtáka aj so zvyškovou zeminou, ktorá zostala na špirálovom závite, Obr. 79 b. Po ukončení betónovania sa očistí okolie hlavy pilóty a v prípade realizácie železobetónovej pilóty sa do čerstvej betónovej zmesi zavibruje nosná oceľová výstuž, Obr. 79 c. Pri realizácii betónových pilót sa zatlačí do hornej časti pilóty kotviaca výstuž z dôvodu následného prepojenia so základovou konštrukciou. Pilóty môžu mať priemer od 400 do 1200 mm. Hĺbenie vrtu je pomerne rýchle, realizuje sa bez prestávky za kontinuálneho vŕtania. Počas hĺbenia vrtu sa určitý objem zeminou roztláča do okolia vrtu. Steny vrtu sú pažené roztláčenou zeminou a vyťažovanou zeminou, ktorá sa nachádza medzi závitmi skrutkového vrtáka.



Obr. 79 Postup výroby pilót kontinuálnym vŕtaním a betónovaním (CFA – Bauer):
a), b) hĺbenie vrtu, c), d) betónovanie pilóty, e) hotová pilóta so zavibrovanou nosnou výstužou

20.2 Mikropilóty

V súčasnosti sa v hĺbkovom zakladaní konštrukcii stavieb používajú aj mikropilóty. Ide o štíhle stavebné prvky s priemerom do 300 mm, ktoré prenášajú zaťaženia vyvolané stavbou do únosných vrstiev. Mikropilóty sa zo začiatku využívali pri podchytávaní a sanácií základov, na paženie stavebných jám alebo pri sanáciách zosunov pôdy. V súčasnosti sa často uprednostňujú aj pri hĺbkovom zakladaní nových konštrukcii stavieb, v prípadoch priestorového obmedzenia a zlého prístupu na stavenisku. Mikropilóty sú vlastne prúdovo injektované pilóty, ktoré sa zhotovujú do vrtov malých priemerov vtláčaním injekčnej zmesi, ktorá vyplní póry zeminy v okolí vrtu, alebo sa mieša so zeminou. Mikropilóty pozostávajú z troch častí:

- z hlavy, ktorá prenáša zaťaženie od konštrukcie stavby,
- drieku, ktorý prechádza nenosnými vrstvami podzákladia,
- koreňa, ktorý je injektovaním votknutý do okolitého horninového prostredia, ktorému odovzdáva zaťaženie od konštrukcie budovy.

Menej používané sú tzv. *armokošové mikropilóty*, v ktorých nosná výstuž je vytvorená armovacím košom z ocelových prútov (napr. 3 – 5 Ø 32 mm). Injektovanie koreňovej časti sa realizuje pod tlakom najmenej 0,5 MPa cez manžetovú hadicu z PVC, ktorá je súčasťou armovacieho koša. V súčasnosti sa tento druh mikropilót už nepoužíva.

Najviac používané sú *rúrkové mikropilóty*, v ktorých nosnú časť vytvára zostava dielcov hrubostenných ocelových rúrok priemeru 70 až 150 mm, ktoré sú navzájom spojené skrutkovými spojmi. V spodnej časti sú perforované a prekryté gumenými manžetami. Otvory slúžia na injektovanie koreňovej časti. Charakteristický rez rúrkovou mikropilótou je na Obr. 80 b. Veľmi často sa navrhujú rúrkové mikropilóty do vrtov priemeru 118, 137 alebo 150 mm, do ktorých sa vkladajú napr. rúrky priemeru 76/10 alebo 89/10 mm (hrúbka plášťa ocelevej rúrky sa môže prispôbiť podľa vyžadovanej únosnosti drieku). V ostatných rokoch sa ako nosná časť mikropilóty používa aj tuhá ocelová tyčová výstuž priemeru 50 mm. Z technologického hľadiska pre oba tieto druhy mikropilót v zásade platí rovnaký postup výroby (Obr. 80 a):

- hĺbenie vrtu, ktorý je prevažne dočasne pažený ocelovou výpažnicou,

- vyplnenie vrtu cementovou zálievkou a vytiahnutie výpažnice,
- vloženie nosnej rúrovej alebo tyčovej výstuže do vrtu hneď ešte pred zatuhnutím cementovej zálievky,
- injektovanie koreňovej časti po zatuhnutí výplne vrtu, tlakom najmenej 0,5 MPa
- ak sa pri injektovaní nedosiahne požadovaný tlak, je potrebné injektovanie opakovať, aby sa zvýšilo plášťové trenie.

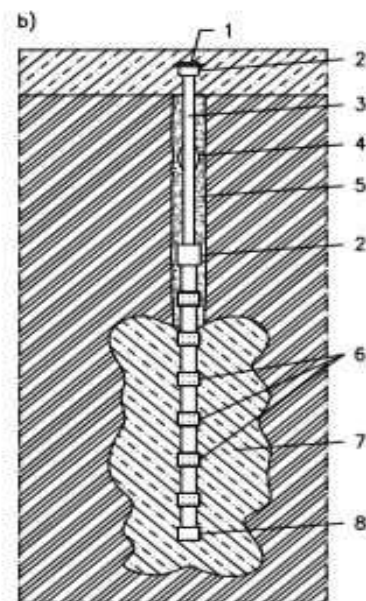
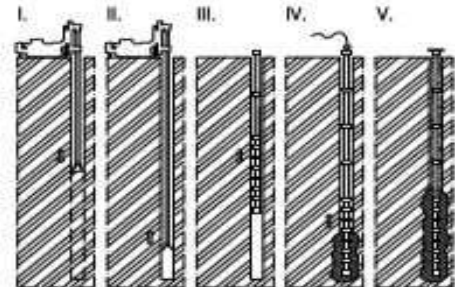
Obr. 80. Mikropilóty:

a) technologický postup vyhotovenia mikropilóty,

b) rez mikropilótou,

I. – vyhlbenie vrtu, II. vyplnenie vrtu cementovou zálievkou, III. – vloženie nosnej ocelevej rúrky, IV. injektovanie koreňa, V. – hotová mikropilóta,

1 – hlava (oceľová doska na ťah alebo tlak), 2 – spojovník, 3 – driek, 4 – rozperka, 5 – cementová zálievka, 6 – gumová manžeta, 7 – injektovaný koreň, 8 – zátk

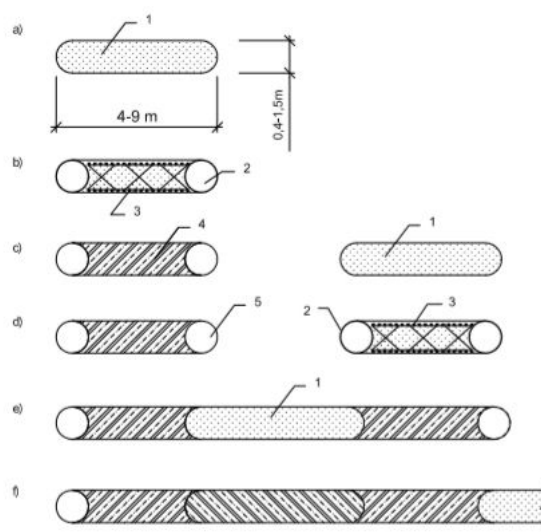


Hlavu mikropilóty vytvára oceľová doska, ktorá sa trvalo zabetónuje do nadväzujúcej časti plošnej základovej konštrukcie. Ak je mikropilóta namáhaná tlakom, roznášacia oceľová doska sa k nosnej ocelevej výstuže privarí a v prípade namáhania ťahom sa spojí spojovníkom s vnútornou poistnou skrutkou. V prípade, ak koreň mikropilóty je votknutý do únosnej vrstvy najmenej 3 m, dosahujú mikropilóty únosnosť v tlaku alebo v ťahu 400 až 500 kN.

20.3 Podzemné steny

Podzemné steny sú jedným z najnáročnejších spôsobov hĺbkového zakladania. Hĺbia sa pomocou špeciálnych strojných hĺbiacich zariadení z povrchu terénu. Podľa účelu môžu byť podzemné steny konštrukčné, pažiace alebo tesniace. *Konštrukčné podzemné steny* tvoria súčasť zvislej obvodovej konštrukcie podzemných podlaží (napr. pri viacpodlažných podzemných garážach), ktoré prenášajú zaťaženie konštrukcie budovy do veľkých hĺbok ako hĺbkové základy a zároveň počas hĺbenia stavebnej jamy plnia funkciu pažiacej steny výkopu,

kde zemné tlaky zachytávajú horninové kotvy alebo rozpery. Podľa spôsobu zhotovenia sa podzemné steny rozdeľujú na monolitické a prefabrikované.

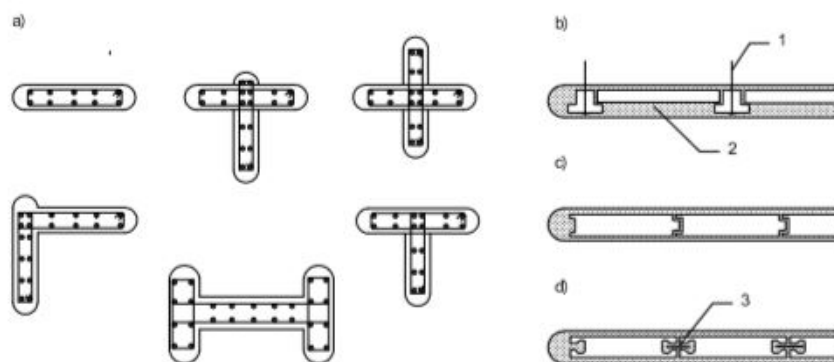


Obr. 81. Postup zhotovenia monolitckej podzemnej steny:

1 – ryha chránená pažiacou suspenziou, 2 – oceľová výpažnica, 3 – nosná oceľová výstuž steny, 4 – výplň betónom, 5 – odstránenie výpažnice

Monolitická obvodová podzemná stena sa realizuje po sekciách, dlhých 4 až 9 m. Technologický postup vybudovania takejto podzemnej steny je znázornený na Obr. 81. Do vyhlbenej ryhy, ktorá je dočasne stabilizovaná pažiacou bentonitovou suspenziou sa do oboch koncov sekcie zasunú oceľové výpažnice a následne sa medzi ne zavibruje nosná oceľová výstuž (zvislá, vodorovná a zavetrovací výstuž, oceľové platne na prichytenie stropných konštrukcií) a sekcia sa vybetónuje. Počas tuhnutia betónu sa oceľové výpažnice vytiahnu. V ďalšom kroku sa vynechá časť s neporušenou zeminou a rovnakým spôsobom sa zrealizuje druhá sekcia. Po niekoľkých takto zhotovených sekciách sa postupne zrealizujú aj vynechané medziľahlé sekcie, pri ktorých už nie sú potrebné oceľové výpažnice. Prenos zaťaženia z vnútorných zvislých nosných konštrukčných prvkov konštrukcie budovy sa môže zabezpečiť s rôzne pôdorysne tvarovanými samostatnými prvkami podzemných stien, Obr. 82 a.

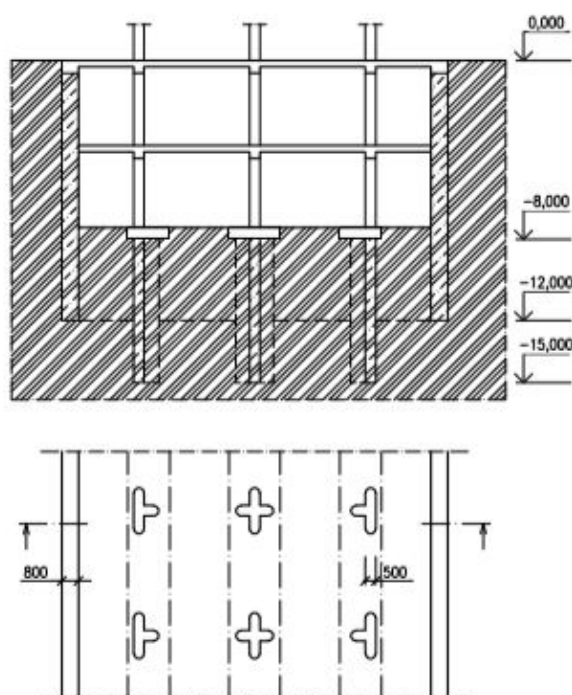
Prefabrikované podzemné steny odstraňujú niektoré nevýhody monolitických podzemných stien ako mokré procesy na stavenisku, nerovný povrch poodkrytí, a nezaručená kvalita steny. Na Slovensku sa prvýkrát použili prefabrikované podzemné steny v roku 1974 v Bratislave firmou Hydrostav. Prefabrikované dielce steny sa zväčša používajú široké 1 až 3 m hrubé 0,35 až 0,6 m a dlhé do 15 m, nakoľko ich rozmery obmedzujú manipulačné schopnosti zdvíhacích zariadení pri ich osadzovaní. Pri hĺbení ryhy pre prefabrikované podzemné steny sa používa samotvrdnúca suspenzia, ktorá najprv počas hĺbenia ryhy zabezpečuje pažiacu funkciu a po jej zatvrdnutí tesní styky medzi jednotlivými dielcami. Používajú sa dva základné konštrukčné systémy prefabrikovaných podzemných stien. Prvý systém využíva tyčové dielce (nosníky s prírubami), o ktoré sa opierajú plošné dielce



Obr. 82 Pôdorysné tvary konštrukčných podzemných stien: a) monolitické prvky, b) prefabrikované z nosníkových a doskových dielcov, c) prefabrikované z doskových dielcov so stykmi na pero a drážku, d) prefabrikované z doskových dielcov tesnený styk s gumovým pásom, 1 – kotvenie, 2 – samotvrdnúca suspenzia, 3 – tvarovaný gumový pás

(dosky), Obr. 82 b. Výhodnejším riešením je však druhý systém, pri ktorom sa používajú jednotné prefabrikované dielce rovnakého doskového tvaru s úpravou styčnej škáry na pero a drážku (obr. 82 c), alebo s obojstrannou drážkou utesenenou tvarovaným gumovým pásom, Obr. 82 d.

Príklad usporiadania podzemných stien je zobrazený na Obr. 83. Monolitická obvodová podzemná stena plní v prvom rade pažiacu, ale aj tesniacu funkciu. Zaťaženie z konštrukcie budovy prenášajú samostatné priame a krížové konštrukčné prvky podzemných stien.



Obr. 83. Príklad založenia konštrukcie budovy na podzemných stenách

20.4 Studne a kesóny

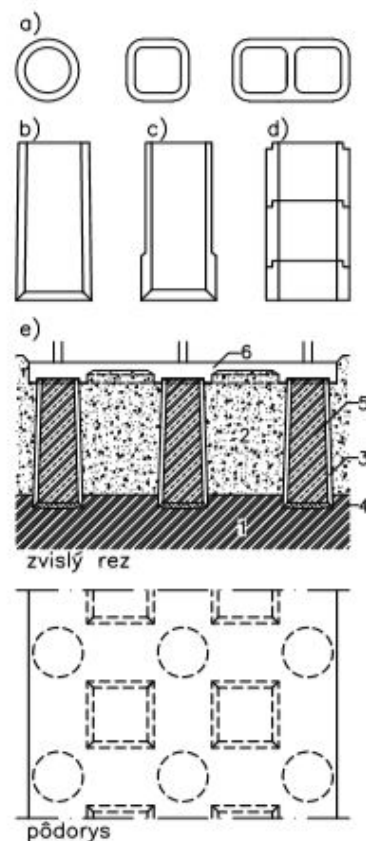
Studne a kesóny sa v súčasnosti už nepoužívajú. Studne sa používali od 16. storočia v Indii. Neskorší rozvoj mechanizácie umožnil ich spúšťanie viac ako 50 m pod hladinu podzemnej vody. Využívali sa hlavne pri zakladaní mostov na zvodnatenom piesku, z dôvodu ľahkého spúšťania. Pred rokom 1960 sa studne používali aj pri zakladaní konštrukcii budov pozemných stavieb (napr. administratívnych budov, podzemných garáží, čerpacích staníc, a pod.). V súčasnosti sa pri zakladaní takýchto stavieb uplatňujú prevažne podzemné steny a veľkopriemerové pilóty. Kesóny sa používali od roku 1839 pri zakladaní železničných mostov, čo umožnilo rozšírenie železničnej dopravy cez celé kontinenty. Kesóny sa v minulosti navrhovali aj pri zakladaní vodných elektrární, tesniacich zemných hrádzi. a pod.

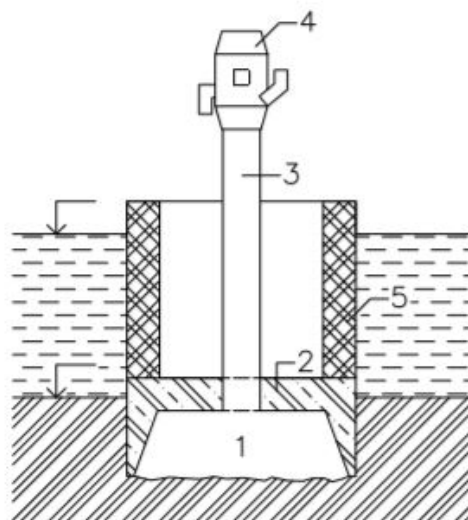
Základové studne sú duté valcové alebo hranolové konštrukcie, dole aj hore otvorené, do základovej pôdy sa spúšťajú podhrabávaním. Ťažením zeminy z priestoru studne sa železobetónová skruž vlastnou tiažou spúšťa dole a postupne sa nadkladá ďalšími dielcami. Z dôvodu ľahšieho spúšťania je dolná časť plášťa studne upravená ostrím. Keď studňa dosiahne požadovanú hĺbku v únosnej zemine, vnútorný priestor studne sa vybetónuje, Obr. 82. Takýmto spôsobom sa zhotoví rad studní pod nosnými stenami, piliermi, doskami a pod. Vo väčších hĺbkach pôsobí na vonkajší plášť studne odporové trenie zeminy, čo prekáža spúšťaniu. Toto trenie sa môže výrazne zmierniť, ak sa nad dolnou reznou časťou hrúbka plášťa studne zmenší o 100 až 150 mm. Vytvorený priestor medzi plášťom studne a zeminou sa vyplní bentonitovou suspenziou, ktorá sa privádza do dolnej časti pomocou zabetónovaných rúrok v plášti studne. Zakladanie na studniach je vhodné na ľahko rozpojiteľných jemnozrnných aj hrubozrnných zeminách, ale aj v stiesnených základových podmienkach v historickej zástavbe, kde nemožno baraniť ani vŕtať. V súčasnosti namiesto tohto spôsobu zakladania sa navrhujú veľkopriemerové pilóty, ale aj mikropilóty.

Obr. 84. Založenie stavby na studniach:

a) pôdorysné tvary studní, b) studňa s konštantnou hrúbkou stien, c) studňa s odskokom vyplneným ílovou suspenziou, d) studňa z prstencov (skruží), e) rebrová základová doska založená na studniach

1 – únosná základová pôda, 2 – neúnosná základová pôda, 3 – železobetónová studňa, 4 – podkladový betón, 5 – železobetónová výplň studne, 6 – rebrová základová doska





Obr. 85. Založenie stavby na kesónoch:

1 – pracovná komora, 2 – strop, 3 – komunikačná rúra, 4 – vzdušnica, 5 – nadmurovka

Na kesónoch sa zakladá pod hladinou povrchovej alebo podzemnej vody. Kesóny sú duté železobetónové alebo oceľové konštrukcie uzavreté zhora stropom, Obr.85. Bočné steny a strop kesónu vytvárajú pracovnú komoru, pôdorysne môže byť rôznych tvarov (kruhového, štvorcového, obdĺžnikového), z ktorých sa voda vytlačí vzduchom. Zo stropu kesónu vychádza komunikačné potrubie, ktoré slúži na dopravu materiálu a ľudí. Potrubie je ukončené vzdušnicou, cez ktorú sa vchádza do kesónu. Bočné steny sú ukončené dole ostrím.

21 Progresívne zakladanie nepodpivničených stavieb

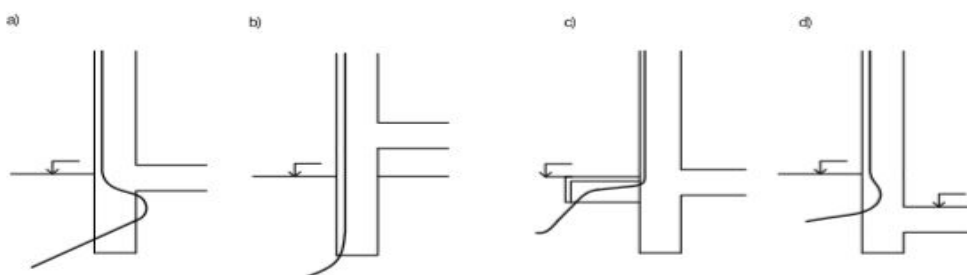
Snahou progresívnych spôsobov zakladania nepodpivničených budov je maximálne znížiť prácnosť pri realizácii základových konštrukcií ako aj spotrebu stavebných materiálov, obmedziť objem zemných prác, urýchliť postup výstavby a využiť montované technológie výstavby použitím prefabrikovaných základových dielcov. Aj keď, výsledné riešenie nemusí znamenať zníženie celkových nákladov na výstavbu. Medzi hlavné požiadavky progresívneho zakladania patrí najmä:

- zmenšenie hmotnosti samotných základových konštrukcií s využitím mechanických a fyzikálnych vlastností základovej pôdy,
- maximálne obmedzenie objemu zemných prác,
- využitie čo najväčšej miere prefabrikovaných základových dielcov ,
- zabezpečenie rovnakej kvality pri hospodárnom využití stavebných materiálov.

Plytké založenie nízkopodlažných budov nad nezámrznou hĺbkou je možné v situácii, ak ide o vykurované nepodpivničené budovy s malým zaťažením a základovú pôdu tvoria zeminy chránené proti premrzaniu. Pri tomto spôsobe zakladania je snaha, čo najviac znížiť spotrebu stavebných materiálov ako aj celkový objem zemných prác. Princíp založenia spočíva v posunutí nulovej izotermy nad nezámrznú hĺbku, ktorá je v našich klimatických podmienkach považovaná do hĺbky 800mm pod úroveň upraveného terénu v blízkosti

základu. Založenie stavby v zámrznej hĺbke môžeme zabezpečiť spoľahlivou tepelnou ochranou základovej konštrukcie po obvode stavby a tiež odvodnením okolitého terénu.

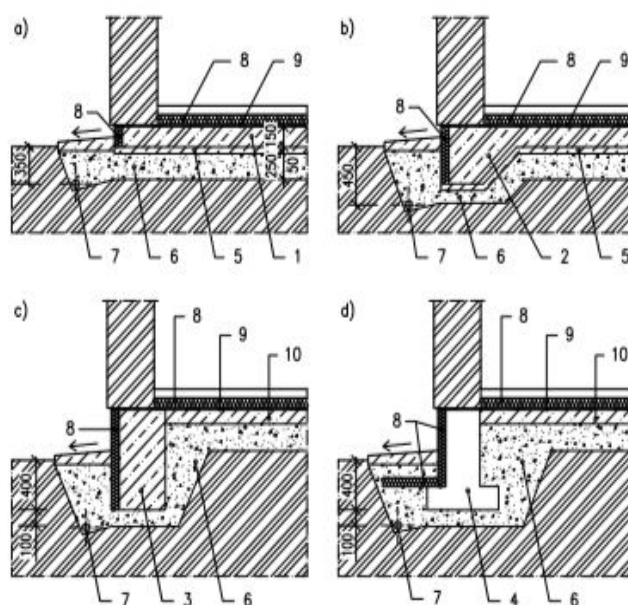
Na Obr. 86 a je zobrazený spôsob založenia a priebeh nulovej izotermy v zimnom období, pri klasickom založení stavby. Priebeh nulovej izotermy, je možné priaznivo ovplyvniť vytvorením súvislej vzduchovej vrstvy pod stavbou, Obr. 86 b, alebo vybudovaním termického odkvapového chodníka po obvode stavby, Obr. 86 c, prípadne zapustením úrovne konštrukcie podlahy pod úroveň upraveného terénu v okolí stavby, Obr. 86 d. Predpokladá sa, že ak vonkajšia teplota vzduchu klesne pod bod mrazu, vnútorné teplo uniká okolo základu a zeminu ohrieva a bráni jej premŕzaniu. Účinkom tohto tepla sa nulová izoterma zdvíha k povrchu terénu a zemina pod základmi nepremŕza.



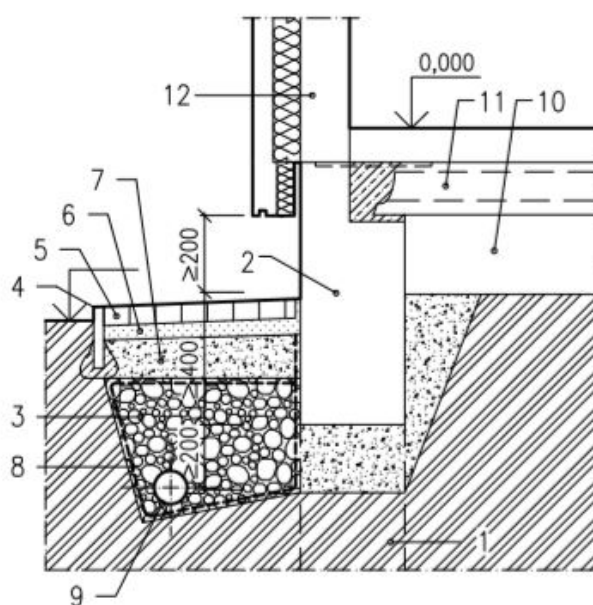
Obr. 86. Priebeh nulovej izotermy v zimnom období v spodnej stavbe nepodpivničenej budovy: a) tradičným spôsobom založenia, b) so vzduchovou vrstvou pod stavbou, c) s termickým odkvapovým chodníkom okolo stavby, d) zapustenou konštrukciou podlahy pod úroveň upraveného terénu

V zámrznej hĺbke môžeme založiť stavbu na tenkej železobetónovej doske (Obr. 87 a) prípadne na doske zosilnenej po obvode rebrom (Obr. 87 b) na podsype zo štrkopiesku pričom je potrebné po obvode stavby vytvoriť obvodovú drenáž s vyústením do verejnej kanalizácie alebo do zbernej šachty ďalej od konštrukcie budovy. Nenamŕzavá vrstva zo štrkopiesku hrubá minimálne 250 mm, môže zabrániť kapilárnemu vztlínaniu podzemnej vody zo základovej pôdy. Pri mierne namŕzavých zeminách môžeme dosiahnuť zmenšenie hĺbky založenia rôznymi konštrukčnými úpravami styku základovej a podlahovej konštrukcie a príľahlej zeminy. Vhodným riešením je umiestniť zvislú tepelnú izoláciu na vonkajší povrch základu, alebo vytvoriť tepelnoizolačný odkvapový chodník po obvode budovy vložiením vodorovnej tepelnoizolačnej vrstvy, prípadne tepelnoizolačného podsypu, alebo použitím tepelne izolovaného základového prefabrikovaného dielca alebo ich kombináciami. Príklady riešenia týchto konštrukčných úprav založenia nízkopodlažných vykurovaných nepodpivničených budov sú zobrazené na Obr. 87.

Návrh základov viacpodlažných nepodpivničených budov určuje pôsobiace zvislé zaťaženie nosnej konštrukcie stavby na základy a únosnosť základovej pôdy. V určitých miestnych podmienkach si únosnosť základovej pôdy v blízkosti povrchu terénu vyžaduje návrh plošných základových konštrukcií značných až nadmerných veľkostí, čo si vyžaduje veľké objemy zemných a betonárskych prác. Aby sa obmedzili tieto práce a tiež urýchlil čas výstavby, je vhodnejšie použiť progresívnejší spôsob, a to *založenie viacpodlažných nepodpivničených budov na krátkych pilótach*. Krátke pilóty môžu byť realizované ako vŕtané



Obr. 87. Príklady založenia nízkopodlažných budov v nenamrzavých zeminách:
a) založenie na železobetónovej tenkej doske, b) založenie na železobetónovej doske zosilnenej po obvode rebrom, c) založenie na základovom páse, d) založenie na prefabrikovanom základovom páse v tvare T,
1 – základová doska, 2 – stužujúce obvodové rebro základovej dosky, 3 – základový pás, 4 – prefabrikovaný základový pás, 5 – betónová vrstva, 6 – štrkopiesok, 7 – drenážna rúrka, 8 – tepelná izolácia, 9 – hydroizolácia, 10 – podkladový betón



Obr. 88. Príklad založenia nepodpivničenej viacpodlažnej budovy na krátkych pilótach:
1 – krátka vŕtaná pilóta, 2 – základový preklad, 3 – štrk frakcie 16 – 32 mm, 4 – betónový prefabrikovaný obrubník, 5 – betónová maloplošná betónová dlažba, 6 – pieskové lôžko Ø 4 – 8 mm, 8 – geotextília, 9 – drenážne potrubie, 10 – vzduchová medzera, 11 – stropný panel

alebo razené, prevažne ako opreté, na ktoré sa uložia roznášacie základové železobetónové preklady. Pri využití niektorých druhov krátkych pilót možno zemné práce úplne vylúčiť. Príklad konštrukčného riešenia progresívneho založenia na krátkych pilótach je zobrazený v Obr. 88.

Takýto spôsob založenia umožňuje vytvoriť voľný vzduchový priestor medzi vodorovnou nosnou konštrukciou (stropným panelom) a povrchom terénu, ktorý možno výhodne využiť na vedenie inštalčných rozvodov technického vybavenia budovy. Vodorovná vzduchová vrstva môže tiež prevažnej miere vhodne nahradiť vodorovnú hydroizoláciu pod celou plochou budovy. Avšak je potrebné dostatočne tepelne ochrániť vodorovnú stropnú konštrukciu nad vzduchovou vrstvou, a to návrhom účinnej tepelnej izolácie v konštrukcii podlahy prvého nadzemného podlažia. Dôležité je aj zamedziť prenikaniu vody do vzduchového medzi priestoru vytvorením obvodovej drenáže, aby sa podzemná voda rýchle odvedla z okolia stavby a tým sa zamedzilo aj možnému rastu mikroorganizmov a rozmnožovaniu nežiaduceho hmyzu (komáre a pod.).

22 Sanácie základov

Úlohou sanácie základových konštrukcií je zamedziť alebo preventívne predísť možným nežiaducim viditeľným prejavom na konštrukcii budovy ako je vznik trhlín, nadmerné poklesy budovy a pod. Príčiny nadmerného alebo nerovnomerného sadania konštrukcie budovy môžu byť rôzne. Môže ich spôsobiť:

- chybné založenie stavby z dôvodu neznalosti základového podlažia,
- nesprávne technologické postupy v priebehu výstavby,
- zmena únosnosti základovej pôdy v priebehu užívania stavby (napr. pre kolísanie úrovne hladiny podzemnej vody alebo chybné odvodnenie strechy a okolia budovy),
- zvýšenie zaťaženia konštrukciou budovy pri zmene jej využitia,
- účinok teploty a zdvihu vplyvom mrazu pri nedostatočnej hĺbke založenia.
- zásahy v blízkosti

Sanačné zásahy sú v takýchto prípadoch pomerne náročné, preto je potrebné ich zhotoviť tak, aby viedli spoľahlivému odstráneniu príčiny sadania. V prípade, že základová konštrukcia už nevyhovuje daným podmienkam alebo novovytvoreným účinkom a vplyvom môžeme jej sanáciu zrealizovať viacerými spôsobmi:

- sanáciou vlastnej základovej konštrukcii,
- vhodným spevnením geologického podlažia,
- sanáciou konštrukcie hornej stavby,
- a kombináciou uvedených spôsobov.

Sanáciou vlastnej základovej konštrukcie môžeme zväčšiť plochu základovej škáry plošných základov a aj hĺbku založenia, alebo môžeme zmeniť druh základovej konštrukcie napr. plošný základ nahradiť hĺbkovými základmi (napr. pilótami, mikropilótami). Voľba sanácie závisí na podrobnom rozbere všetkých príčin, účinkov a vplyvov a tiež chovania nosného systému konštrukcie budovy a jeho vzájomného spolupôsobenia s geologickým podlažím. Dôležité je posúdenie dôsledku prípadnej lokálnej sanácie základových konštrukcií (napr. mikropilotáž časti základov) na možný vznik následných porúch v dôsledku rozdielného sadania pôvodných a sanovaných základov.

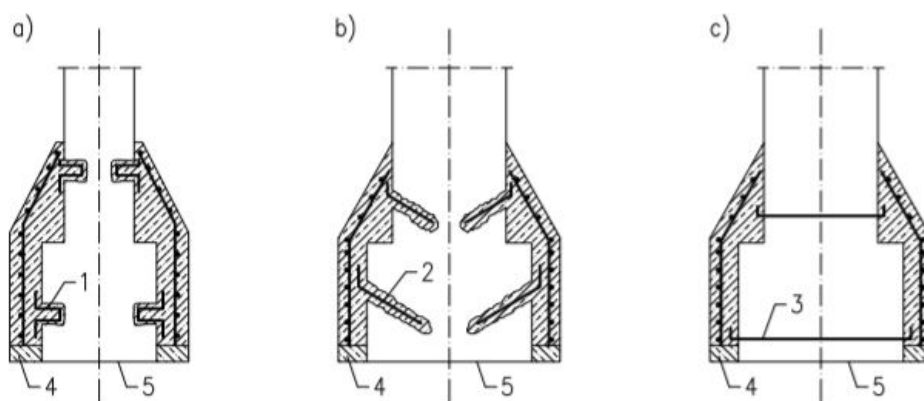
V súčasnosti medzi najrozšírenejšie veľmi efektívne metódy sanácie základov patrí ich podchyťovanie mikropilótami, pomocou ktorých sa preniesie zaťaženia do väčších hĺbok na únosnú vrstvu podzákladia. alebo použitie prúdovej injektáže, ktorou sa spevnení základová pôda pod jestvujúcimi základmi.

Pri všetkých sanačných zásahoch je potrebné postupovať veľmi opatrne a po malých častiach. Konštrukciu budovy, ktorá najmä počas výkopových prácach nie je schopná bez porušenia preniesť rozdielne namáhania jej častí je potrebné dočasne alebo niekedy aj trvale zabezpečiť a základové konštrukcie odľahčiť. Na dočasné zabezpečenie stien sa používajú drevené alebo oceľové vzpery (obr. 92), ktoré sa zabezpečujú pomocou oceľových klinov do dostatočne pevného podkladu. Pri veľkých zaťaženiach sa vzpery umiestňujú aj zvnútra budovy. Pri zástavbe v prelúke stabilitu konštrukcie susedných budov sa zabezpečuje rozopretím.

22.1 Rozširovanie a zosilňovanie základových pásov

Pri zosilňovaní a rozširovaní základových konštrukcií možno úroveň základovej škáry zachovať v pôvodnej úrovni alebo ju znížiť. Pôvodnú konštrukciu základového pásu možno rozšíriť pri zachovaní úrovne základovej škáry z oboch strán, alebo vo výnimočných prípadoch len z jednej strany. Rozšírenie základového pásu bez podstatného zníženia základovej škáry možno zhotoviť vybetónovaním monolitckej železobetónovej dosky, alebo podsunutím železobetónového doskového prefabrikovaného dielca pod starý základ. Rozšírením alebo zosilnením základových pásov sa zväčší zaťaženie na základovú pôdu.

V niektorých prípadoch pri menej rozrušených základových pásoch starých budov často stačí zosilniť ich povrch dodatočným pribetónovaním železobetónovej ochrannej stienky

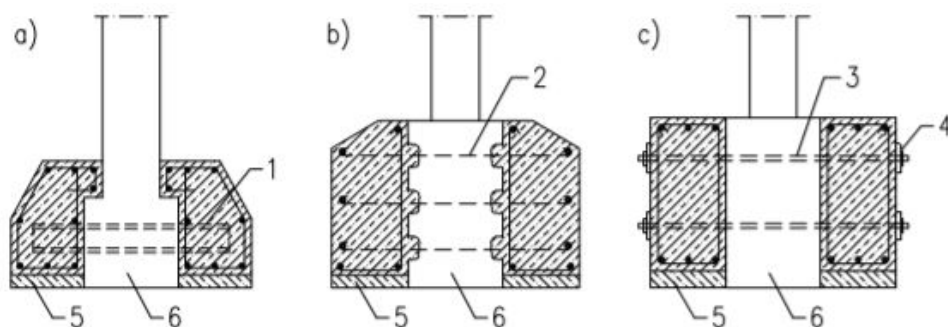


Obr. 89. Zosilnenie starých základov: a) zazubením, b) c) rozšírenie zakotvením do predvŕtaných otvorov, 1 – strmienky, 2 – kotvenie do predvŕtaných otvorov, 3 – kotviaca výstuž, 4 – podkladový betón

hrubej min. 200 mm po oboch stranách základu, Obr. 89. Vzájomné spolupôsobenie novovytvorenej a starej časti základu sa zabezpečí kotviacou oceľovou výstužou vloženou do zazubenia (Obr. 89 a) prípadne do šikmo alebo vodorovne vyvŕtaných otvorov v starom základe, Obr. 89 b, c. Oslabenie základového muriva drážkami, betónové vykonzolované

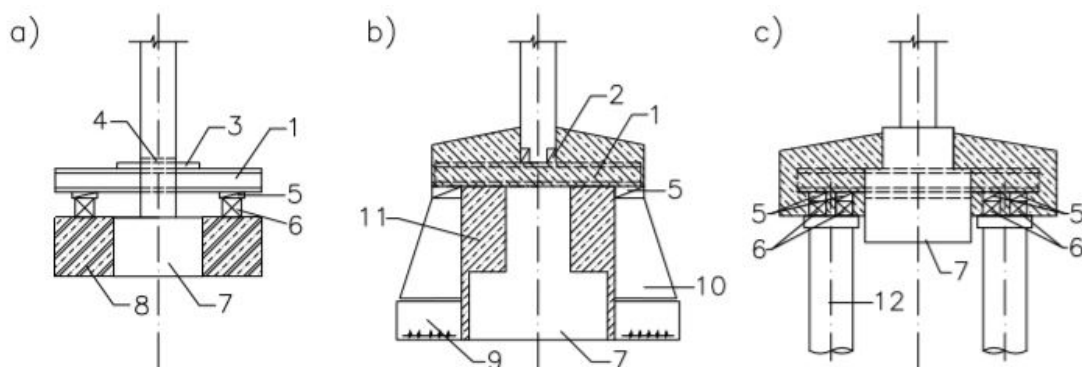
časti, výstuž a jej vzájomné spojenie s betónom je potrebné posúdiť výpočtom. Zosilňovanie sa zhotovuje buď po celej dĺžke, alebo len v staticky odôvodnenej časti základového pásu.

Rozšírenie základovej konštrukcie sa navrhuje v prípade, že došlo z nejakého dôvodu k zníženiu únosnosti základovej pôdy a je potrebné zabrániť nadmernému sadaniu budovy, alebo ak sa predpokladá zvýšenie zaťaženia v základovej škáre, (napr. nadstavbou, alebo zmenou využitia budovy). Samotné rozšírenie základového pásu možno dodatočne zhotoviť pomocou nových monolitických železobetónových častí po bokoch základového pásu, Obr. 90. Tento spôsob sanácie je vhodný pri únosných a málo stlačiteľných zeminách. Vzájomné spolupôsobenie starého základu a nových pribetónovaných častí možno zabezpečiť priečnymi spojovacími prvkami (oceľovým nosníkom, oceľovými svorníkmi alebo predpätými káblami). Pri rozširovaní základov je potrebné venovať pozornosť zabezpečeniu spolupôsobenia novej a starej časti základu. Styčná škára medzi starou a novou časťou základu je namáhaná prevažne šmykovými silami. Potrebnú únosnosť styčnej škáry v šmyku možno dosiahnuť zväčšením styčnej plochy zazubením styčnej škáry, jej vystužením alebo predpätím. V niektorých prípadoch, aby sa zabezpečilo potrebné vzájomné spojenie starého a nového základu, je potrebné styčnú škáru oboch častí základu preinjektovať. Posúdenie deformácie od dodatočného pritaženia je potrebné overiť statickým výpočtom.



Obr. 90. Rozšírenie základového pásu: a), b), c) obojstranným pribetónovaním, 1 – oceľový nosník, 2 – oceľové trny, 3 – svorník, 4 – oceľová platňa, 5 – podkladový betón, 6 – pôvodný základ

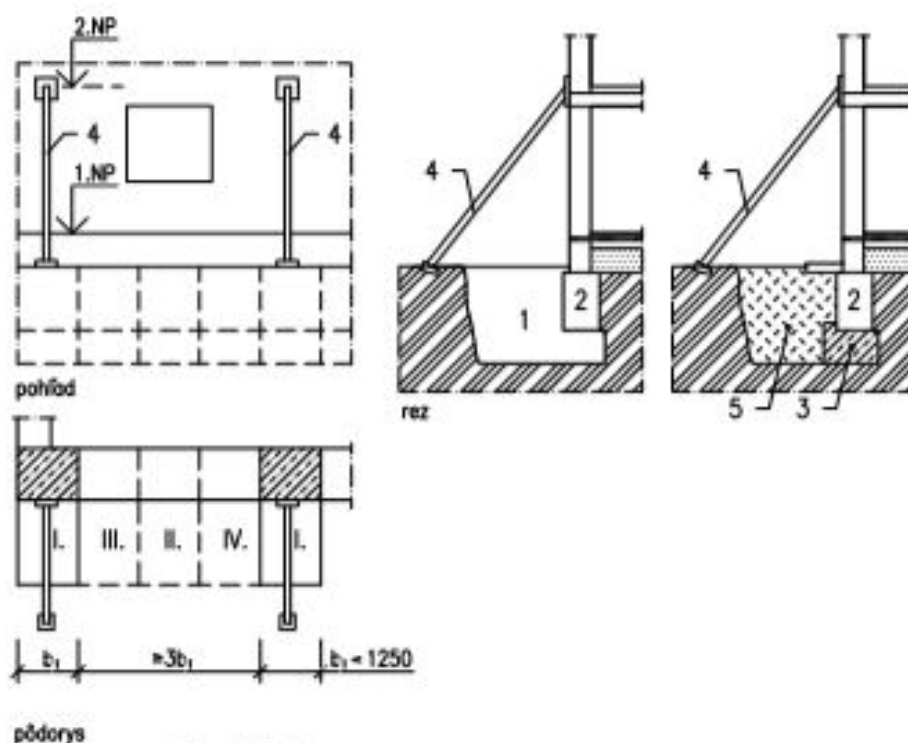
Pri porušených nedostatočných základoch možno zhotoviť ich podchytenie na novú základovú konštrukciu. *Podchyťovanie budovy* na nové základy je nevyhnutné, ak v jej bezprostrednej blízkosti sa hĺbi stavebná jama siahajúca pod úroveň základovej škáry, alebo sa prehĺbuje časť podzemného podlažia vo vnútri existujúcej budovy, alebo sa zhoršili vlastnosti základovej pôdy. Ide o podobný spôsob sanácie základov ako rozširovanie základov, avšak hlavnou úlohou podchyťovania je zabezpečiť jestvujúcu konštrukciu počas stavebných prác v jej bezprostrednej blízkosti. Podchyťovanie základov môžeme realizovať do šírky alebo hĺbky. Najjednoduchší spôsob podchytenia základu zobrazuje Obr. 91 a. Zaťaženie sa prenáša na nové monolitické základové pásy vybetónované po oboch stranách základového pásu pomocou priečnych oceľových nosníkov, ktorých prierez a osová vzdialenosť sa určí výpočtom. Priečne oceľové nosníky sa podchytiť oceľovými klinmi a proti korózii sa ochráni obetónovaním minimálne hrubej vrstvy 50 mm. Pri aktivovaní muriva so základmi možno použiť hydraulické lisy. Príklad riešenia podchytenia starého základu oceľovými priečnymi nosníkmi na nový montovaný základ z prefabrikovaných dielcov zobrazuje Obr. 91 b. Ak únosná základová pôda sa nachádza vo väčšej hĺbke, využívajú sa pri podchytení základu prvky hlbinných základov (vŕtané pilóty), Obr. 91 c. Sadanie so zväčšujúcou sa šírkou sa v takomto prípade takmer nemení. Konštrukciu budovy pred podchyťovaním je potrebné vždy provizórne zabezpečiť.



Obr. 91. Podchytenie nosnej steny na nový základ:

a) oceľovými nosníkmi na novom monolitickom železobetónovom základe, b) oceľovými nosníkmi na novom základe z prefabrikovaných dielcov, c) oceľovými nosníkmi na pilótach, 1 – oceľový nosník, 2 – pozdĺžne vystuženie steny, 3 – oceľová podložka, 4 – cementová malta, 5 – oceľové klíny, 6 – podložky, 7 – starý základ, 8 – nový základový pás, 9 – prefabrikovaná železobetónová doska, 10 – prefabrikovaný železobetónový pilier, 11 – monolitický betón, 12 – pilóta

Prehlbenie základov je potrebné, ak sa dodatočnou terénnou úpravou úroveň základovej škáry dostala do zámrznej hĺbky, alebo pri zakladaní prístavieb vo väčšej hĺbke ako existujúca budova. Najjednoduchší tradičný spôsob rozširovania a prehĺbenia základov budov je postupné podbetovanie. Tento spôsob možno použiť v jednoduchých statických podmienkach, pri budovách do päť nadzemných podlaží, založených na základových pásoch, alebo doskách spolupôsobiacich s podchyťávanými stenami, ktoré prenášajú prevažne normálové zaťaženie. Hĺbka stavebnej jamy v tesnej blízkosti podchyťávaného základu nesmie byť väčšia ako 5m. Ak tieto požiadavky nie sú splnené, je potrebné stabilitu konštrukcie budovy preukázať výpočtom vo všetkých etapách stavebných prác. Pri podchyťávaní základu je potrebné postupovať opatrne. Základy sa prehĺbujú postupne a striedavo v krátkych úsekoch, aby nedošlo k porušeniu konštrukcie budovy. Nový prehĺbený základový pás sa zhotovuje z betónu, železobetónu, ale môže sa aj vymurovať z plných ostropálených tehál. Pri použití tehál sa odporúča poslednú vrstvu pod starým základom vybetónovať a vystužiť oceľovou sieťou, aby sa zabezpečil čo najdokonalejší kontakt starého a nového základu ako aj konštrukcia pred pôsobením lokálnych ťahových napätí. Postup podchyťávania pri prehĺbovaní základu je zobrazený v Obr. 92. Ide o zdĺhavý postup prác, pri ktorých je potrebné postupovať opatrne. Pred začatím prác je potrebné konštrukciu budovy zabezpečiť. Steny sa podopnú šikmými vzperami, horný koniec sa zapustí do muriva v úrovni stropnej konštrukcie a dolný do dostatočne pevného podkladu. Ak hrozí možnosť vyklopenia základu a steny, je vhodnejšie stiahnuť obvodovú stenu s protiľahlou vnútornou nosnou stenou použitím ťahadla. Najprv sa vyhlbia krátke úseky výkopu (pracovný priestor) v ploche I. maximálne široké 1,35m s medzerami minimálne do 4m. Z vyhlbeného pracovného priestoru v etape I. sa časť starého základu podkope a následne sa vybetónuje nová prehĺbená časť základu a až po spätnom zasype výkopu pracovného priestoru sa podobným postupom pokračuje v etape II. III. a IV. Pred začatím podchyťávania základu je potrebné výpočtom preukázať, že následkom prítlačenia základového podložia novou prístavbou, nedôjde dodatočnému sadnutiu susednej budovy. Týmto spôsobom možno postupovať aj pri rozširovaní základu.

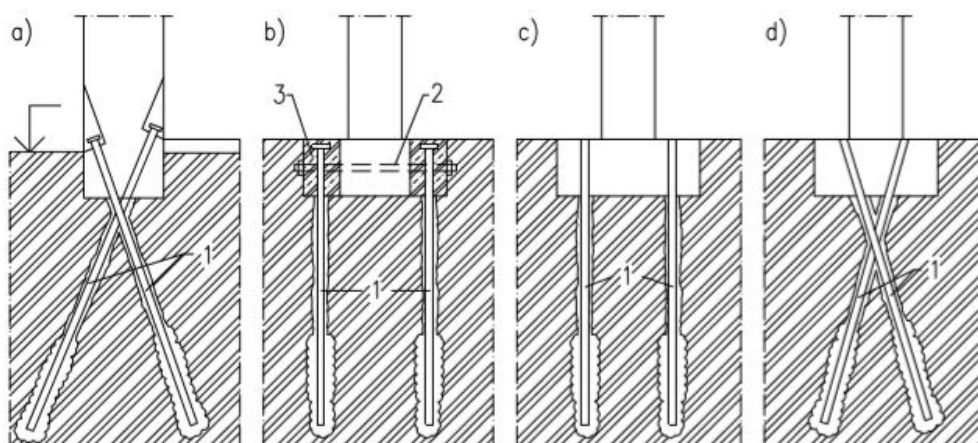


Obr. 92. Prehĺbenie základov postupným podbetónovaním:

1 – výkop, 2 – starý základ, 3 – podbetónovanie, 4 – vzpera, 5 – spätný zásyp

22.2 Podchyťávanie základov mikropilótami

Medzi najpoužívanejší spôsob podchyťávania stien a sanácie základov patrí mikropilotáž. Sanácia základov mikropilótami v súčasnosti nahrádza klasické tradičné spôsoby podchyťávania. Ich výroba je pomerne jednoduchá, priestorovo nenáročná. Pri výrobe mikropilót sa používajú mobilné vrtné strojné zariadenia, ktoré možno použiť pri podchyťávaní základov v tesnej blízkosti nosných stien a stĺpov v stiesnených priestoroch podzemných podlaží. Postup výroby mikropilót je opísaný v časti 20.2. Prednosťou mikropilót je možnosť ich umiestňovania vo zvislom aj v šikmých smeroch. Spôsoby podchytenia základov mikropilótami zobrazuje Obr. 93. Pozornosť je potrebné venovať detailu napojenia mikropilót na staré základy, aby sa spoľahlivo zabezpečil prenos zaťaženia do únosných vrstiev. Ich napojenie na starý základ možno riešiť dvomi spôsobmi. Jednoduchšie riešenie je napojenie cez šikmý vrt v tehlovom základovom murive, do ktorého sa vloží mikropilóta a zaťaženie sa prenáša súdržnosťou cementovej zálievky s okolitým murivom, ktorým mikropilóta prechádza, alebo oceľovou roznášacou doskou na hlave mikropilóty (Obr. 93 a). Druhou možnosťou je votknutie mikropilót do roznášacích železobetónových vencov po oboch stranách pôvodného základu, a účinnosť ich vzájomného spojenia možno zvýšiť pomocou vodorovných oceľových ťahadiel, Obr. 93 b.



Obr. 93. Podchytenie základov konštrukcie budovy mikropilótami:

a) podchytenie murovaného základového pásu, b) podchytenie mikropilótami a novými železobetónovými vncami ocelovými ťahadlami, c) d) podchytenie betónového základu mikropilótami, 1 – mikropilóta, 2 – ocelové ťahadlo, 3 – stužujúci obvodový veniec

23 Zakladanie v osobitých podmienkach

V súčasnosti sa často využívajú na výstavbu nových stavieb lokality, ktoré sa v minulosti považovali za nevhodné. Ide o územia, ktoré tvoria zeminy s malou pevnosťou, veľkou stlačiteľnosťou a objemovo nestále (napr. kypré piesky, mäkké jemnozrnné zeminy, presadavé zeminy, zeminy s veľkým obsahom organických látok). Zakladanie budov v takýchto základových pomeroch si vyžaduje buď zlepšenie vlastností základovej pôdy, alebo použitie hĺbkových základov. Avšak osobitné problémy vznikajú pri zakladaní konštrukcií budov na násypoch a skládkach odpadových materiálov, na zosuvných svahoch, na zaplavovanom území, v miestach porušených banskou činnosťou alebo v seizmických oblastiach. Návrh ich riešenia si vyžaduje mimoriadnu pozornosť a skúsenosť.

23.1 Zakladanie na násypoch

Zakladanie na násypoch ovplyvňuje pôvod ich vzniku, materiál, ktorý ich vytvára a stlačiteľnosť ich podložia. Násypy vytvárané ako skládky, môžu vzniknúť mechanicky alebo hydraulicky ako zhutňované alebo nezhutňované. Materiálom môžu byť zeminy a horniny, ktoré sa vyhlbia počas výkopových prác na stavenisku, pri úprave rúd, alebo priemyselný odpad (škvara, popolček, drevo), alebo komunálny domový odpad miest.

Na zhutnených násypoch vytvorených vrstvením z hrubozrnných štrkovitých a piesčitých zemín, je možné plošne zakladať bez väčších problémov. Ich mechanické vlastnosti sú úmerné ich hutnosti. Účinky vlastnej tiaže pri násypoch z jemnozrnných zemín (málo tuhé íly) vyvolávajú dlhodobé sadanie. Rozpínavé íly vplyvom zmeny vlhkosti značne menia svoj objem a tým dochádza k zdvihnutiu povrchu terénu. V takýchto prípadoch je vhodné zakladať na pilótach, ktoré dosahujú vrstvu únosnej zeminy. Pri zhutnených násypoch vytvorených z jemnozrnných zemín je treba počítat s dlhodobým sadaním. Ak ide aj o stlačiteľné podložie je potrebné zohľadniť aj jeho sadanie v dôsledku tiaže násypu, prípadne aj zmeny stavu

napätosti pôsobením zaťaženia konštrukcie budovy. Skládky mestského domového odpadu tvoria rôznorodé objemovo nestále materiály (popol, papier, potraviny, plasty, kovy), ktorých objem sa časom zmenšuje. Uskladňujú sa po vrstvách hrubých približne 2 m, ktoré sa prekrývajú vrstvou zeminy hrubej 0,2 m. Skládky odpadu sa zhutňujú hĺbkovými vibračnými zariadeniami alebo voľne padajúcimi bremenami (dynamická konsolidácia). Intenzívne zhutňovanie skládok odpadového materiálu umožňuje dosiahnuť výrazné zlepšenie vlastností násypov pre novú výstavbu

Nezhutnené násypy sa zväčša považujú za neúnosné vrstvy, ktoré sa vyznačujú veľkou rôznorodosťou aj s veľkou stlačiteľnosťou ako aj s vysokými hodnotami sadania povrchu od ich vlastnej tiaže. Veľkosť sadnutia nezhutnených násypov závisí od druhu materiálu, ktorý ich vytvára. Hodnota povrchu sadania je pri nezhutnenom násype z kamenitého odpadu 1 až 3 % z jeho výšky. Pri hrubozrnných piesočnatých materiáloch to môže byť 4 až 6 % a pri násypoch z mestského domového odpadu sa dosahuje najväčšie sadanie až 30 %.

Osobitú pozornosť si vyžadujú *nezhutnené násypy z jemnozrnných zemín*. Takéto prostredie sa považuje za periodicky prerušované, ktoré sa skladá z väčších hrúd a pórov. Je to prostredie s dvojitou pórovitosťou, v ktorom sa vyskytujú póry medzi hrudami a menšie póry v samotných hrudách. Konečné sadanie takýchto násypov je až 10 % z ich výšky, pričom čas dosadnutia v rokoch sa rovná približne 1,5-násobku výšky násypu v metroch. Takže, ako príklad možno pri nezhutnenom násype z ílovitých zemín výšky 20 m dosiahnuť konečné sadanie približne za dobu 30 rokov.

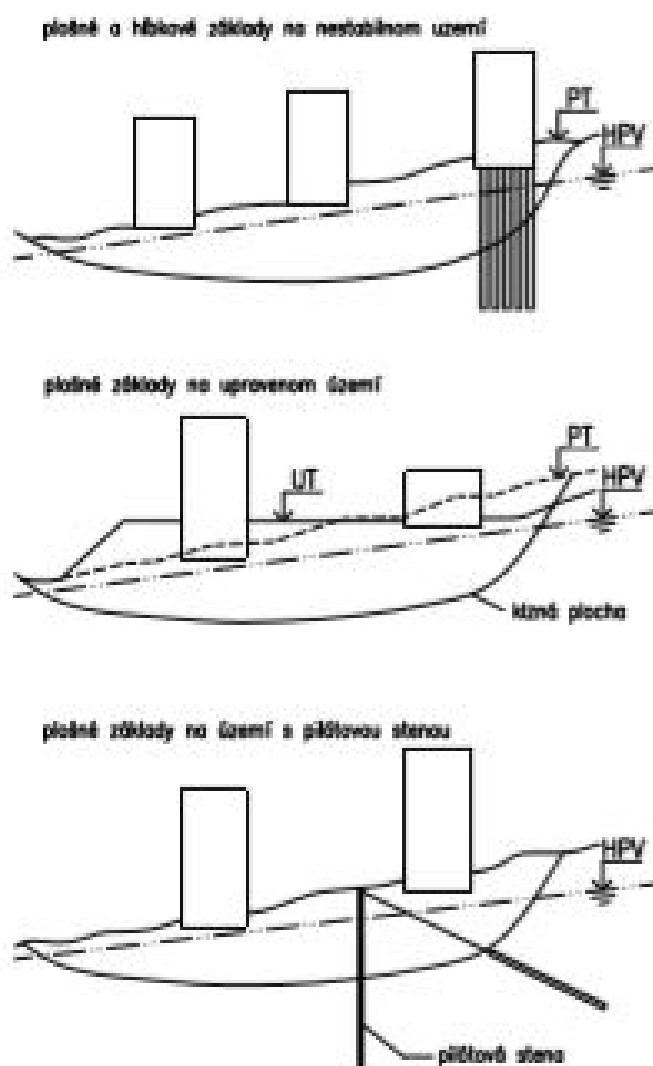
23.2 Zakladanie na zosuvných územiach

K častým zosuvom svahov dochádza v blízkosti vodných tokov a nádrží ako aj dopravných stavieb. Pri výstavbe na zosuvných územiach je treba venovať veľkú pozornosť ich prieskumu, ktorý umožní určiť klzné plochy a tiež zistiť podmienky stability svahu a následne navrhnúť vhodné postupy pri zakladaní konštrukcie budovy. Zakladanie na zosuvných územiach je možné až po ich dôkladnej sanácii, ktorá zabezpečí stabilitu týchto svahov, napríklad vybudovaním pilótových stien a vhodným odvodnením týchto svahov. Každé stavenisko, ktoré sa nachádza na svahu, môže byť ohrozené zosúvaním zeminy aj vtedy, keď v minulosti neboli ešte porušené zosuvom. Počas zrážok sa do nestabilných svahov môže dostať množstvo vody, ktoré nepriaznivo ovplyvňuje vlastnosti zemín. Zosun svahu nastane po kontakte vrstiev zmenšením trenia, ktoré zapríčiňuje pôsobenie zrážok alebo zemetrasenie. Rizikové sú územia, ktoré vytvárajú vrstvy jemnozrnných alebo piesočnatých zemín na hladkom skalnatom podklade. Aktívne miesta zosuvov sa určujú pomocou inklinometrických metód. Zabezpečenie stability svahu možno doceliť znížením hladiny podzemnej vody, pilótovými stenami, vhodnou úpravou terénu, alebo ich kombináciou.

Znížením hladiny podzemnej vody sa zväčšia priaznivé účinky trenia na klznej ploche a znížia nepriaznivé účinky vztlaku a prúdového tlaku. Zo zosuvného územia sa voda gravitačne odvedie, pomocou vŕtaných alebo spúšťaných studní a šikmých vrtov s perforovanými rúrami, ktoré plnia úlohu drenu.

Vhodným návrhom terénnej úpravy svahu, možno priaznivo ovplyvniť stabilizujúce účinky, ktoré určuje poloha klznej plochy. Z aktívnych častí zosuvu sa odkopaná zemina preloží do stabilizačných častí územia. Takýmito úpravami možno zväčšiť stabilizačné účinky a spoľahlivosť svahu.

Pri zabezpečovaní stability zosuvného svahu možno vhodne využiť aj kotvené alebo koreňové pilótové steny. Realizácia súvislej pilótovej steny by mohla zapríčiniť nežiaduce



Obr. 94. Vhodné postupy zakladania na zosuvnom území (J. Hulla 2004)

vzdúvanie podzemnej vody. Ako najvhodnejšie stabilizačné opatrenie sa odporúča budovať pilótové steny z veľkorozmerných železobetónových pilót s medzerami, ktorých hlavy sa vzájomne spoja súvislým ukotveným železobetónovým nosníkom. Korene pilót veľkorozmerných pilót a aj horninových kotiev sa musia preinjektovať v stabilných polohách pod úrovňou klznej plochy.

Schematické znázornenie vhodných postupov zakladania na zosuvnom území zobrazuje Obr. 94. V prvom prípade územie nie je stabilizované ako celok žiadnymi opatreniami. V miestach, kde je klzná plocha takmer vodorovná alebo je sklonená v opačnom smere ako smer pohybu svahu sú založené konštrukcie budovy na plošných základoch, ktoré zväčšujú trenie na klznej ploche, a tým zabezpečujú vyššiu stabilitu územia. V najcitlivejších miestach je konštrukcia budovy založená na hĺbkových pilótových základoch, ak sa zaťaženie spoľahlivo preniesie do stabilného podlažia pod klznú plochu, v danom území sa nezväčšia rušivé účinky. V druhom prípade je stabilita územia zvýšená vhodnými terénnymi úpravami, na takto upravenom teréne je možné založiť na plošných základoch vyššiu budovu v dolnej časti územia a nižšiu budovu v hornej časti svahu. V treťom prípade stabilitu zosuvného svahu zabezpečuje pilótová stena, pre plošné založenie budovy v dolnej časti svahu. Plošné založenie budovy v hornej časti svahu je potrebné zvážiť, a uvažovať prípadne o hĺbkovom založení.

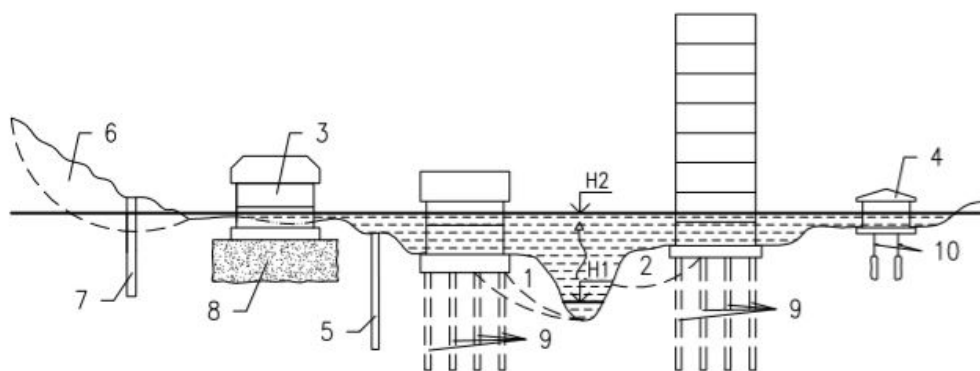
23.3 Zakladanie na zaplavovaných územiach

V dôsledku povodní vznikajú na postihnutých budovách opakovane značné škody. Pri zakladaní na zaplavovanom území je potrebné venovať pozornosť možným zmenám hladiny vodných tokov počas povodní, pôsobeniu hydrodynamických účinkov na konštrukcie budov, ako aj ich na podlažie a blízke okolie, účinkom podzemnej vody na zmeny pevnosti zemín a ich únosnosti. Intenzívne zrážky zvyšujú hladiny menších tokov o 6 až 8 m.

Na zaplavovanom území je vhodné navrhovať budovy bez podzemných podlaží, a nepodpivničené budovy so zvýšenou úrovňou prvého nadzemného podlažia nad úroveň upraveného terénu. Dôležité je venovať pozornosť výberu vhodným stavebným materiálom na ich konštrukcie ako aj na povrchové úpravy.

Počas povodní voda v tokoch prúdi rýchlejšie, čo má za následok aj vyššie erózne procesy na ich brehoch, z ktorých sa zeminy odplavujú a následne sa porušujú nie len brehy tokov ale aj stavebné konštrukcie budov v ich bezprostrednej blízkosti.

Z hľadiska geotechniky je najdôležitejšie zabezpečiť stabilitu ohrozených budov pri pôsobení vztlaku vody. Masívne ťažké budovy počas povodní možno zabezpečiť vhodnými konštrukčnými úpravami a dokonalým utesnením spodnej stavby. Ľahké konštrukcie budov je potrebné zabezpečiť ich zakotvením (pilótami, horninovými kotvami) do podlažia alebo zaplavením. Prehľad nožných porúch a stabilizačných opatrení budov na zaplavovanom území je zobrazený na Obr. 95. Príčinou poruchy konštrukcii budov môžu byť erózie brehov, vymieľanie podlažia, zhoršenie vlastností zemín, zosúvanie svahov, ale aj nevhodné konštrukcie a stavebné materiály budov (napr. tehly z nepálenej hliny). Medzi najčastejšie navrhované stabilizačné opatrenia patria pilótové základy, steny, horninové kotvy a spevnenie podlažia zlepšením vlastností zemín.



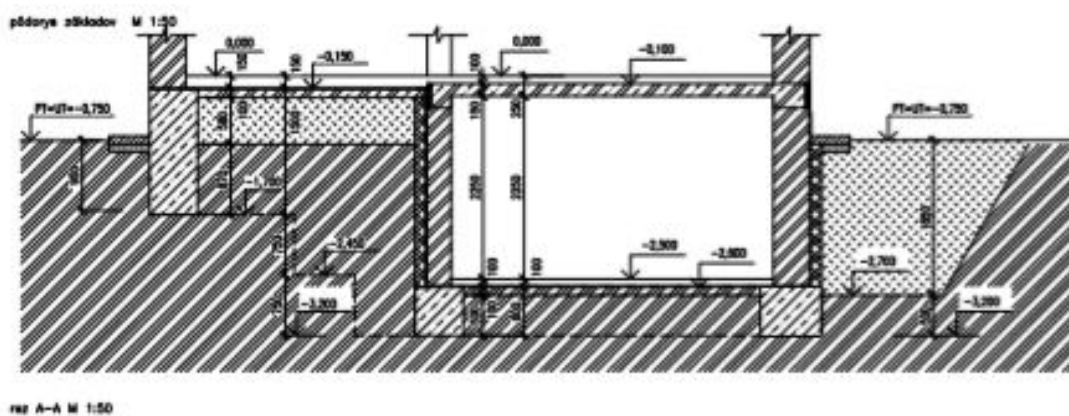
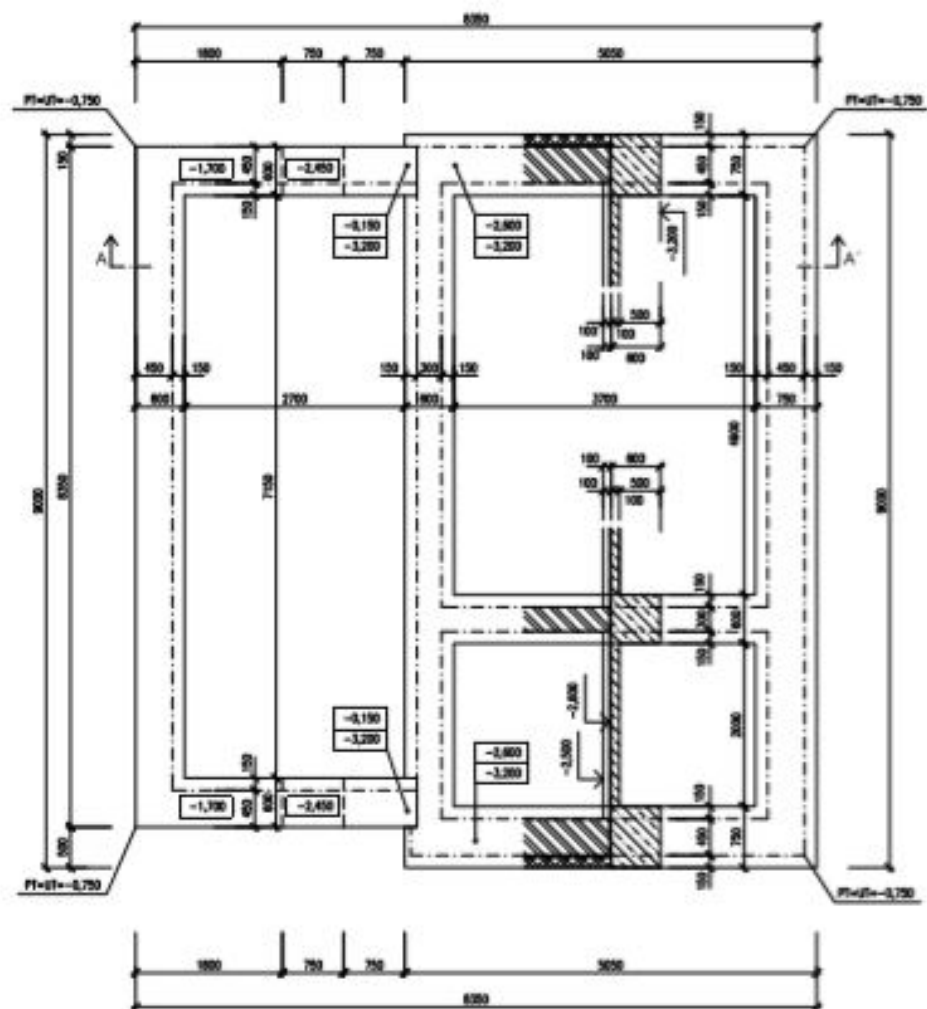
Obr. 95. Prehľad porúch a stabilizačných opatrení budov na zaplavovanom území:
 1 – erózia brehov, 2 – výmole, 3 – spevnená konštrukcia, 4 – ľahká konštrukcia budovy,
 5 – studňa, 6 – zosuvný svah, 7 – pilótová stena, 8 – zlepšené podložie, 9 – pilóty,
 10 – horninové kotvy, H1 – hladina pred povodňou, H2 – hladina pri povodni

24 Príklad kreslenia základov

Návrh základov musí prehľadne, úplne a jednoznačne určiť materiálové, technologické a konštrukčné riešenie základov. Vo výkresovej dokumentácii je potrebné uviesť najmä rozmery, geometriu tvaru a materiál základových konštrukcií, priestupov stavebných úprav, hrúbky podkladových betónov, prípadnej drenážnej vrstvy a celkovú hrúbku konštrukcie podlahy na teréne.

Plošné základy sa v pôdoryse zobrazujú ako pohľad zhora. Vonkajší obrys základovej škáry kreslíme veľmi hrubou plnou čiarou, obrys zakrytý inou konštrukciou (základom, kanálom pre rozvody technických zariadení budov) a zmeny úrovne základovej škáry veľmi hrubou čiarkovanou čiarou. Hrany, priestupy a drážky viditeľné zhora zobrazujeme hrubou plnou čiarou a zakryté (neviditeľné zhora) hrubou čiarkovanou čiarou. Obrisy konštrukcií nad základmi (stien, stĺpov) kreslíme hrubou bodkočiarkovanou čiarou. Sklon šikmých základových škár vyjadrujeme šípkami vo smere sklonu tenkou čiarou. Dĺžkovými kótami (tenkými čiarami) určujeme rozmery základov a ich umiestnenie vzhľadom k vzťažným priamkam, k vytyčovanej sieti a ku konštrukciám (stien, stĺpov) nad základmi. Úrovne základových škár a v prípade zmeny výšky aj úrovne horných plôch základu sa udávajú relatívnymi výškovými kótami.

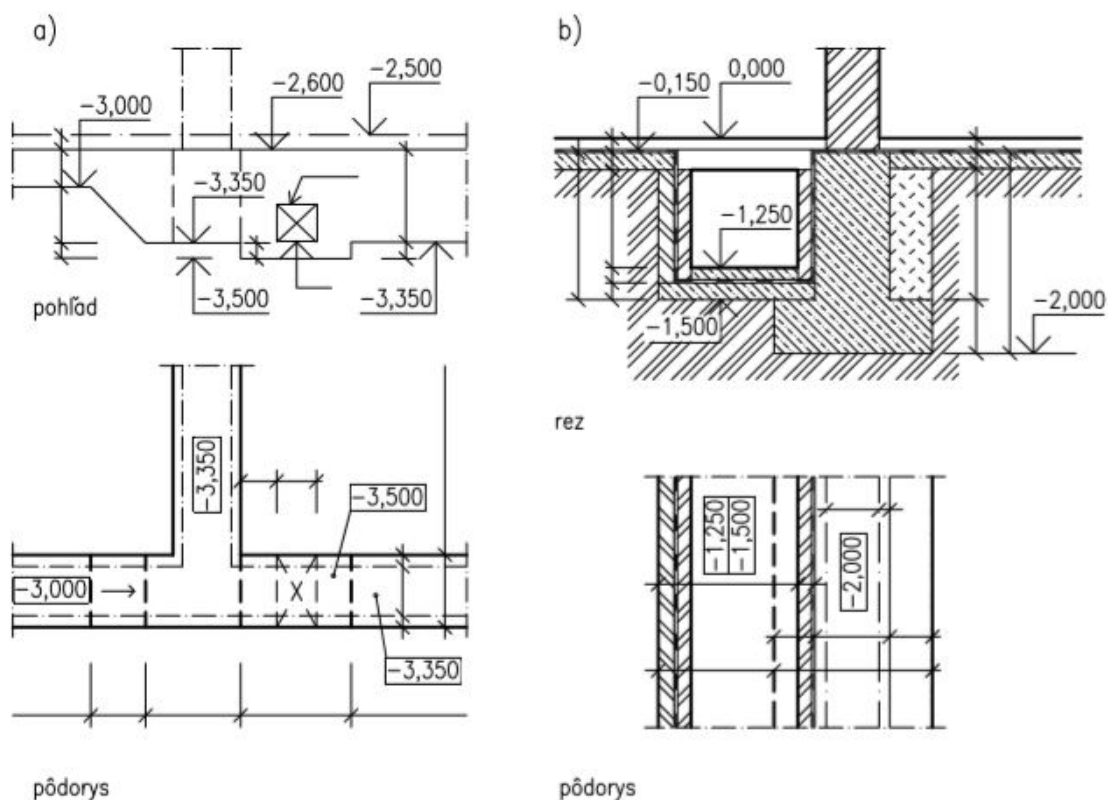
Zvislé rezy základov a kanálov sa kreslia mimo pôdorys, ale na ten istý výkres. Vonkajší obrys v reze sa zobrazí veľmi hrubou plnou čiarou, viditeľné hrany obrysu pred rovinou rezu a rozhranie materiálov (aj v styku so zemínou) hrubou plnou čiarou. Zakryté obrysy základov (inou konštrukciou, zemínou) a priestupov znázorňujeme hrubou čiarkovanou čiarou. Materiál základových konštrukcií v reze a zeminy (zásypy) šrafovujeme tenkými čiarami. Vo zvislom reze sa zakotujú dĺžkovými kótami jednotlivé výškové úrovne tvaru základovej konštrukcie a relatívnymi výškovými kótami úroveň základovej škáry, hornej hrany základu, úrovne podlahy nad základom a pod. Zvislé rezy v prípade nutnosti možno sklopiť priamo do pôdorysu, v ktorom sa pôdorys základov nepreruší. Sklopené rezy základov zobrazujeme tenkými čiarami, so šrafovaním stavebných materiálov v reze, bez zeminy. Zobrazenie kreslenia základov v pôdoryse a v reze vyjadruje Obr. 96.



Obr. 96. Príklad kreslenie základov v pôdoryse a v reze

Namiesto pozdĺžneho rezu základom možno kresliť pohľad na základ (základový pás, základovú pätku), Obr. 97 a. V pohľade sa viditeľné hrany základu kreslia hrubou plnou čiarou, zakryté hrany čiarkovanou čiarou a obrysy konštrukcii nad základmi (steny, stĺpy, podlaha) hrubou bodkočiarkovanou čiarou.

Montážne kanály a šachty inštalačných rozvodov technického zariadenia budov umiestnené v úrovni základu alebo konštrukčne súvisiace so základom sa v pôdoryse zobrazujú v reze vodorovnou rovinou každým jednotlivým kanálom (zemina ani zásypový a násypový materiál obklopujúci základ sa nekreslí, Obr. 97 b). V pôdoryse sa kreslí vonkajší a vnútorný obrys stien kanála (šachty) zobrazovaného v reze aj hrany viditeľné pod rovinou rezu (napr. viditeľná zmena úrovne dna kanála) ako aj rozhranie medzi materiálmi zobrazenými v reze hrubou plnou čiarou. Stavebný materiál kanála (šachty) v pôdorysnom reze sa vyšrafuje podľa zásad grafického značenia stavebných materiálov v reze.



Obr. 97. Kreslenia základu v pohľade a montážneho kanála:

a) príklad pohľadu na základ, b) príklad montážneho kanála úrovni základu

25 Otázky

1. Inžinierskogeologický prieskum zeminy a jeho využitie pri výbere staveniska
2. Postup pri vytyčovaní stavby
3. Zabezpečenie stien stavebných jám proti zasypaniu
4. Druhy pažení a vhodnosť ich použitia
5. Výkop stavebnej jamy pri výskyte podzemnej vody, povrchové a hĺbkové odvodňovanie
6. Ochrana základovej škáry v stavebnej jame pred poškodením
7. Aká je minimálna hĺbka založenia, z hľadiska klimatických vplyvov?
8. Aký je rozdiel medzi jednoduchými a zložitými základovými pomermi?
9. Kedy navrhujeme základové pásy a kedy základové pätky a čo ovplyvňuje tvar ich prierezu?
10. Ako zakladáme vonkajšie doplnkové konštrukcie budov (napr. osvetľovacie šachty, predložené schody a pod.)?
11. Ktorý druh plošných základov je vhodný pre založenie stavby pod hladinou podzemnej vody?
12. Kedy navrhujeme pilótové základy?

26 Literatúra

ADAMSKÁ, G. – MINAROVIČOVÁ, K. – VARGOVÁ, A.: Konštrukcie pozemných stavieb I. Spodná stavba. Bratislava : Vydavateľstvo STU, 2004. ISBN 80-227-2067-4, 181 s.

BAŽANT, Z.: Zakládání staveb. Praha : SNTL/Alfa, 1981. 363 s.

FRANKOVSKÁ, J. – SÚLOVSKÁ M. – TURČEK P.: Zakladanie stavieb. Podklady k navrhovaniu, plošné a hĺbkové základy. Bratislava : Vydavateľstvo STU, 2011. ISBN 978-80-227-3622-0, 162 s.

HORNIÁKOVÁ L. – VOLDŘICH F. – HYKŠ P. – ZÁBOJNÍK J. – BÍLEK V. – VÝBORNÝ J. – PETRUJ S.: Konštrukcie pozemných stavieb I. Bratislava : Alfa, 1988. 384 s.

HULLA J. – ŠIMEK J. – HULMAN R. – TRÁVNÍČEK I. – ŠTEPÁNEK Z.: Zakladanie stavieb. Bratislava : Alfa, 1987. 456 s.

MACEKOVÁ V. – VLČEK M.: Zakládání staveb. Brno : Era group, 2004. ISBN 80-86517-83-7, 121 s.

TURČEK P. – HULLA J.: Zakladanie stavieb. Bratislava : Jaga, 2004. ISBN 80-88905-42-7, 359 s.

BAŽANT, Z.: Zakládání staveb, 3. vydanie, Praha : SNTL/ALFA, 1981. 363 s.

HULLA, J. – ŠIMEK, J. – HULMAN, R. – TRÁVNIČEK, I. – ŠTĚPÁNEK, Z.: Zakladanie stavieb, 1. vydanie, Bratislava : Alfa 1987. 456 s.

HULLA, J. – TURČEK, P.: Zakladanie stavieb, 1. vydanie, Bratislava : Vydavateľstvo Jaga group, v.o.s. 1998, 310 s. ISBN 80-88905-05-2.

FRANKOVSKÁ, J. – SÚĽOVSKÁ, M. – TURČEK, P.: Zakladanie stavieb, Podklady k navrhovaniu, plošné a hĺbkové základy, 1. vydanie, STU v Bratislave, 2011. ISBN 978-80-227-3622-0, 162 s.

SCHMITT, H. – HEENE, A.: Hochbau Konstruktion, Die Bauteile des Baugefüges, Grundlagen des heutigen Bauens.

STN 01 3420: 2008 Výkresy pozemných stavieb. Spoločné požiadavky na výkresy pozemných stavieb

STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných hornín, 2010

STN 73 1001: 2010 Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb

STN 73 3050 Zemné práce. Všeobecné ustanovenia

STN EN 1997-1 Eurokód 7: 2005. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN ISO 14 688-1 Geotechnický prieskum a skúšky. Pomenovanie a klasifikácia zemín. Časť 1: Pomenovanie a opis

STN EN ISO 14 689-1 Geotechnický prieskum a skúšky. Pomenovanie a klasifikácia skalných hornín. Časť 1: Pomenovanie a opis.

Firemná literatúra

Firma KELLER

TOP GEO Brno

doc. Ing. Juraj Žilinský, PhD., doc. Ing. Gabriela Adamská, PhD., Ing. Terézia Miklósiová, PhD.

KONŠTRUKCIE POZEMNÝCH STAVIEB
Konštrukcie spodnej stavby

Vydala Slovenská technická univerzita v Bratislave vo Vydavateľstve SPEKTRUM STU,
Bratislava, Vazovova 5, v roku 2018.

Edícia skrípt

Rozsah 102 strán, 97 obrázkov, 15 tabuliek, 8,902 AH, 9,071 VH, 1. vydanie, edičné číslo 5995,
vydané v elektronickej forme.

85 – 235 – 2018

ISBN 978-80-227-4866-7