

DARJA KUBEČKOVÁ, KAREL KUBEČKA



ZÁKLADY RODINNÝCH DOMŮ

TRADIČNÍ
I MODERNÍ TYPY
ZAKLÁDÁNÍ

Darja Kubečková
Karel Kubečka

Základy rodinných domů

Tradiční i moderní
typy zakládání

Grada Publishing

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

ZÁKLADY RODINNÝCH DOMŮ
Tradiční i moderní typy zakládání**Darja Kubečková**
Karel Kubečka

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, www.grada.cz
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400
jako svou 6338. publikaci

Odpovědná redaktorka Tereza Otcovská
Sazba Martina Mojzesová
Jazyková korektura Martina Mojzesová
Recenze prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
Fotografie na obálce archiv autora
Fotografie v textu z archivu autora, pokud není uvedeno jinak
Ilustrace z archivu autora
Počet stran 104
První vydání, Praha 2016
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

© Grada Publishing, a.s., 2016
Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2016

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-271-9419-3 (pdf)
ISBN 978-80-247-4720-0 (print)

■ Obsah

Úvod	7
1 Základní názvosloví a pojmy	8
2 Příprava stavby, průzkumné práce, projektová dokumentace	14
2.1 Výběr staveniště pro budoucí stavbu	15
2.2 Údaje geologického a hydrogeologického průzkumu	16
2.3 Ochrana staveb proti radonu z podloží	18
2.4 Projektová dokumentace	21
2.5 Dozor nad výstavbou	22
2.5.1 Dozor (dozor ve výstavbě)	22
2.6 Návrh velikosti a hloubky základů	26
2.7 Zemní a výkopové práce	27
2.7.1 Odvodnění stavební jámy	28
3 Metody zakládání staveb	30
3.1 Geotechnické kategorie	30
3.2 Únosnost základové půdy	30
3.2.1 Základní rozdělení základových konstrukcí	33
3.3 Plošné základy	33
3.3.1 Základové patky	34
3.3.2 Základové pásy	38
3.3.3 Základové rošty	40
3.3.4 Základové desky	41
3.4 Zatížení základových konstrukcí	42
3.4.1 Změna úrovně základové spáry a zakládání na hranici pozemku	45
3.5 Návrh základů	47
3.5.1 První mezní stav (mezní stav první skupiny) – mezní stav únosnosti	47
3.5.2 Druhý mezní stav (mezní stav druhé skupiny) – mezní stav použitelnosti	49
3.6 Plovoucí deska	57
3.7 Zemní vruty	58
4 Základové konstrukce rodinných domů v pasivním nebo nízkoenergetickém standardu	61
4.1 Klasické založení stavby rodinných domů na základových pásech	63
4.2 Nové způsoby založení stavby rodinných domů	64
4.2.1 Zemní práce	68
4.3 Hydroizolace spodní stavby	69
4.4 Pasivní rodinný dům (PD)	71
4.5 Rodinný dům v nízkoenergetickém standardu (NED)	73
4.6 Plovoucí železobetonová deska s tepelnou izolací z extrudovaného polystyrenu	75
4.6.1 Technologický postup	78
4.7 Plovoucí železobetonová deska na pěnovém skle	78
4.7.1 Technologický postup	81

6 Základy rodinných domů

4.8 Plovoucí železobetonová deska s obsypem z lehčeného kameniva	82
4.8.1 Technologický postup	82
4.8.2 Příklad technologického postupu základové konstrukce dřevostavby . . .	83
4.8.3 Chybná řešení	83
4.9 Prostupy základovými konstrukcemi	88
4.10 Základní charakteristika vybraných materiálů	88
5 Stavba svépomocí	90
Příloha 1	91
Literatura	99
Rejstřík	101
Poděkování	103
O autorech	104

■ Úvod

Tato kniha má za úkol seznámit čtenáře s možnostmi a způsoby založení staveb a ukázat tradiční i moderní způsoby zakládání. Dále jsou zde uvedeny možnosti zakládání použitelné pro výstavbu objektů pro bydlení s vazbou na nízkoenergetický či pasivní standard, služby a výrobu menšího rozsahu, jakož i založení doplňkových stavebních konstrukcí. Kniha je ale zejména o rodinných domech.

Je zaměřena především na lehké stavby (dřevostavby a konstrukce na bázi dřeva) se zohledněním rychlého tempa výstavby a poukazuje na nutná opatření pro bezporuchový provoz stavebního objektu.

Kromě způsobů založení na plošných základech, které můžeme označit za tradiční a nejběžnější metody zakládání, jsou v knize uvedeny zejména způsoby zakládání s využitím nových, moderních technologií a materiálů. Vše pak respektuje současné požadavky na úsporu zejména tepelné energie a je v souladu s trendy a požadavky dnešní doby a v souladu s požadavky na stavby a konstrukce z hlediska energetické úspornosti.

Je zde také uvedena zmínka o zásadách výstavby stavebních objektů v povodňových územích a základní informace o geologických skladbách podloží, jejich vhodnosti pro výstavbu v návaznosti na volbu způsobu založení, geotechnických podmínkách aj. Vše je doplněno o upozornění na negativní jevy, jimž je nutné se při zakládání staveb vyhnout anebo přijmout taková opatření, která tyto negativní jevy eliminují.

Čtenář v knize nalezne základní informace z oblasti legislativy týkající se výstavby a zakládání objektů, rady směřující k bezproblémovému průběhu výstavby zejména základových konstrukcí jako jednoho z nejdůležitějších aspektů výstavby a požadavky na projektovou dokumentaci s navazujícím procesem stavebního řízení.

Kniha je doplněna názornými obrázky a fotografiemi z praxe. Je zde také uveden příklad hodnocení území z hlediska vhodnosti výstavby a vhodného typu založení stavebního objektu.

Publikace je určena zejména široké veřejnosti, stavebníkům, kteří hodlají stavět rodinný dům s využitím nových technologií a materiálů s cílem realizovat bydlení v pasivním či nízkoenergetickém standardu. Snahou autorů je podat problematiku zakládání staveb takovým způsobem, aby byla pochopitelná a využitelná pro všechny čtenáře.

■ 1 Základní názvosloví a pojmy

Blower-door test (*blower door test*)

Jedná se o diagnostickou metodu, kterou se stanovuje vzduchotěsnost staveb prostřednictvím tlakového spádu.

Geotextilní vrstva (*geotextile layer*)

Je tvořena tkanou nebo netkanou textilií, kterou charakterizujeme jako plošný stavební materiál, jenž je vyroben z textilních materiálů a plní funkci separační, ochrannou, filtrační nebo výztužnou a zpevňovací. Geotextilie mají velkou pevnost v tahu, vyrábějí se ze syntetických materiálů, jako jsou například polypropylen a polyester. Geotextilie se hojně uplatňují především při výstavbě liniových staveb v zemním tělese.

Hladina podzemní vody (*groundwater level nebo groundwater table*) (užívaná zkratka „h. p. v.“)

Při geotechnickém průzkumu je definována hloubkou od povrchu terénu. Ve výkresové dokumentaci je udávána kótou. Zpravidla je udávána hloubka naražené h. p. v. a ustálené h. p. v. Jde o údaj, který se vztahuje k datu, kdy bylo měření provedeno. Hladina podzemní vody osciluje v závislosti na ročním období, na množství a intenzitě srážek, na stavu vodních toků apod., a proto je nutné v závažných případech sledovat kolísání hladiny podzemní vody dlouhodobě. Při řešení stabilitních problémů je třeba vyšetřit tzv. piezometrickou hladinu, tj. ideální plochu představující geometrické místo bodů, kde je tlak zvodně roven atmosférickému tlaku, tedy pórový tlak vody je roven jedné. Nad touto hladinou je pórový tlak záporný, pod ní nabývá hodnoty kladné. V určitých geologických a hydrogeologických podmínkách může hladina podzemní vody vystupovat nad povrch terénu. Potom jde o tzv. artéskou vodu.

Lehčené kamenivo (*lightweight aggregate*)

Ve stavebnictví nahrazuje přírodní kamenivo. Využívá se ve formě výplňového (plnivo) nebo obsypového materiálu. Veřejnosti je známo lehčené kamenivo pod názvem Liapor či Keramzit. Jako surovina se pro výrobu lehčeného kameniva používají expandované jíly a břidlice nebo také popílký.

Napětí v základové spáře (*surcharge pressure*)

Je to přídatné napětí vyvozené stavbou – vyvozuje-li stavba v úrovni základové spáry napětí větší, než je napětí od vlastní tíhy zeminy v této úrovni, pak se do základové půdy vnáší přídatné napětí, které způsobuje především deformace základové půdy (sedání). Roznášení napětí od přitížení se zpravidla počítá podle teorie pružného poloprostoru a závisí na způsobu zatížení základové spáry (bodové, přímkové, zatížení na pasu, čtverci, obdélníku apod.). Základní výraz vychází z obecných vztahů pružnosti a pevnosti (napětí je síla na jednotku plochy), kde se napětí v kontaktní, tedy základové spáře rovná podílu součtu zatížení působícího

shora a efektivní plochy základu. Podrobněji je problematika vysvětlena v kapitole popisující návrh a posouzení velikosti základové spáry.

Neprůvzdušnost obálky (*envelope airtightness*)

Je to hodnota, která stanovuje, jak je budova utěsněna. Ke stanovení neprůvzdušnosti používáme diagnostickou metodu Blower-door test.

Nezámrzná hloubka (*frost resistant*)

Je to úroveň, ve které nedojde k promrznutí základové půdy, a tím k zamrznutí vody v základové půdě. Zamrznutí vody má za následek zvětšení objemu a v případě, že dojde k promrznutí základové půdy pod základovou spárou, může dojít k nadzvedávání základů, a tím ke zvýšení rizika porušení horní stavby. Nedodržení založení stavby v nezámrzné hloubce (například u podezdívek plotů) může způsobit porušení konstrukce.

Objemová hmotnost (*density*)

Hmotnost objemové jednoty materiálu s dutinami a póry.

Oxidovaný asfaltový pás (*oxidized asphalt strip*)

Modifikovaný pás s modifikací tvořenou minerálním plnivem. Oxidovaný asfalt se chová plasticky, pásy nemají vratný efekt. Prakticky to znamená, že při dlouhodobém zatížení (působícím v řádu měsíců i déle) se asfalt chová jako hustá kapalina a umožňuje pohyb bez většího odporu. Má významné dominantní reologické vlastnosti (reologie je nauka o deformaci látek v závislosti na čase).

Pěnové sklo (*foam glass*)

Jde o tepelněizolační materiál, který je vyráběn z recyklovatelného skla. Pěnové sklo má řadu vynikajících vlastností, jako jsou například dobré tepelněizolační vlastnosti, pevnost v tlaku, nízká objemová hmotnost, snadná opracovatelnost, tvarová stálost, nehořlavost a opakovaná recyklovatelnost. V posledních letech se pěnové sklo využívá při výstavbě rodinných domů v pasivním či nízkoenergetickém standardu. Pěnové sklo má ve stavebnictví uplatnění i u jiných konstrukcí, jako je například zelená střecha, ve formě granulátu se využívá jako obsypový materiál. Na stavbu se dodává ve formě desek nebo granulátu.

Plovoucí deska (*floating board*)

Je to nosná železobetonová základová konstrukce, která je ve vodorovné i svislé rovině oddělena od horninového prostředí tepelnou izolací. Název lze srovnat s obdobným názvem „plovoucí podlaha“.

Podloží stavby (*subgrade construction*)

Je dáno souvrstvím složeným z jednotlivých vrstev bezprostředně pod základy, jinými slovy se jedná o souvrství v podzákladí stavby od základové spáry směrem dolů do tzv. hloubky aktivní zóny. Tuto hloubku si můžeme přibližně představit jako hloubku, do které se projeví vliv dané stavby v podloží.

Podzemní voda (*groundwater*)

Je to voda vyplňující dutiny v horninovém prostředí (póry, mezery, pukliny, krasové dutiny) a pohybující se pouze vlivem gravitace. Pokud se setkáváme s názvem „spodní voda“, pak tento název je nesprávný. Podzemní vodu lze rozdělit na vodu průlinovou, puklinovou a krasovou. V propustných horninách se podzemní voda shromažďuje a vytváří tzv. zvodně. Pokud je hladina podzemní vody uzavřena nepropustnými vrstvami (tzv. izolátory) tak, že je pod tlakem, vzniká napjatá (artéská) hladina, která po navrtání nebo jiném uvolnění vystupuje nad úroveň původní hladiny, případně až nad terén. Toto známe pod názvem artéská voda.

Polystyren a extrudovaný polystyren (*polystyrene and extruded polystyrene*)

Polystyren (PS) vzniká jako produkt polymerace styrenu. Patří sem standardní polystyren, houževnatý polystyren (PS), zpěňovatelný polystyren (EPS), vytlačovaný pěnový polystyren známý také jako extrudovaný polystyren (XPS) a kopolymery. Extrudovaný polystyren se při výstavbě pasivních domů nebo domů v nízkoenergetickém standardu používá nejčastěji ve formě desek rozměru 1 250 × 600 mm s polodrážkou nebo kolmou hranou.

Sedání základů (*structural settlement*)

Je přirozeným a nezbytným jevem, kdy vlivem zatížení stavby dochází ke stlačení základové půdy, tedy jednotlivých vrstev podloží. K sedání základů a s nimi celé stavby dochází prakticky vždy, když základovou spáru zatížíme více, než tomu bylo před vlastní realizací stavby. To znamená, že pokud stavba vyvozuje v základové spáře napětí větší než napětí původní, zpravidla geostatické, pak rozdíl v napětí, tzv. přitížení, má za následek stlačení základové půdy, tedy sednutí základu. Provádí se geotechnická předpověď velikosti a rovnoměrnosti sedání, která je nutná jako podklad pro vypracování projektové dokumentace a rozhodnutí o koncepci stavby (staticky určitá, nebo neurčitá), navržení hloubky založení, typu základové konstrukce a všech potřebných opatření zajišťujících dlouhodobou bezchybnou funkci stavby. Rovnoměrné sedání nevnaší do stavební konstrukce žádné přídavné vnitřní síly, a není tudíž nebezpečné; v případě sedání nerovnoměrného je to jinak. Přípustné velikosti těchto sedání stanoví investor, popř. se posuzují podle přípustných hodnot uvedených v normě. Jde tedy o velikosti doporučené, nikoli naprosto závazné.

Součinitel tepelné vodivosti (*thermal conductivity*)

Představuje množství tepla, které projde za jednotku času jednotkovou plochou materiálu.

Těžitelnost (*workability*)

České technické normy (ČSN) třídí zeminy do sedmi tříd podle těžitelnosti. Těžitelnost je ukazatel zajímavý nejen z pohledu technologie provádění stavby, ale také z ekonomického hlediska. Těžitelnost přímo navazuje na volbu mechanismů pro provádění zemních prací, a tím také na cenu za vytěženou jednotku objemu.

- 1. třída – soudržné i nesoudržné horniny měkké konzistence, dají se nabírat – ornice, hlína, písčitá hlína, písek se štěrkem;
- 2. třída – horniny tuhé konzistence, rozpojují se rýčem – hlína, spraš, rašelina, písčité a hrubý štěrky;
- 3. třída – horniny pevné konzistence, rozpojují se krumpáčem nebo rypadlem – písčité hrubý štěrky, štěrky s kameny;
- 4. třída – horniny pevné a tvrdé konzistence – jíly, jílovitá hlína, hrubý štěrky, kameny, zvětralé pískovce, vápence a opuky;
- 5. třída – rozpojují se rozrývačem, rypadlem, trhavinou – navětralá rula, žula a křemence;
- 6. třída – zeminy rozpojitelné rozrývači a trhavinou – žula, rula, čedič, břidlice;
- 7. třída – těžko rozpojitelné, používá se trhavin – čedič a znělec.

Únosnost podloží (*bearing capacity*)

Jde o maximální hodnotu zatížení, které převezme konstrukce nebo základová půda bez deformací nebo s deformacemi v přijatelných mezích. Únosnost podloží se určuje statickým výpočtem nebo zatěžovací zkouškou. Jedná se tedy o vlastnost podzákladí spolehlivě přenést zatížení stavby a současně zajistit přijatelnou velikost sedání stavby. Únosnost podloží je závislá na únosnosti jednotlivých vrstev v podzákladí stavby, přičemž plnění těchto požadavků je dáno tzv. mechanicko-fyzikálními vlastnostmi jednotlivých vrstev základové půdy. Tyto vlastnosti jsou popsány v příslušných normách. Přiřazení skutečnosti k mechanicko-fyzikálním vlastnostem se provádí na základě inženýrskogeologického průzkumu (IGP). Stanovit únosnost zeminy je podle normy problematické a jenom zkušený geolog je schopen zařadit zeminu – to je důvod, proč se u složitějších staveb dělají laboratorní a polní zkoušky.

Základy (*foundations*)

Jde o nosné konstrukce všech stavebních objektů, které roznášejí zatížení horní stavby z paty stěny nebo paty sloupu do podloží. Jsou to tedy konstrukce, kterými se přenáší zatížení stavby do základové půdy v základové spáře. Základy lze rozdělit na plošné (patky, pásy, rošty, desky), hlubinné (mikropiloty, piloty, velkopřůměrové piloty, studny, šachtové pilíře) a speciální (kesony). Základy se zpravidla provádějí betonové (z prostého betonu) nebo železobetonové (betonová konstrukce vyztužená zpravidla ocelovou výztuží). Historicky byly základy prováděny jako zděné, například z kamenů (kamenné základy,

Obrázek 1 Lití betonu na připravenou výztuž základové desky (zdroj: Základy rodinného domu)



kamenná rovnánina). Základové konstrukce jsou nedílnou součástí nosných konstrukcí všech typů stavebních objektů a společně se základovou půdou musejí zajistit stabilitu celé stavby.

Základová půda (*ground; subsoil*)

Je funkční součástí stavby a je zpravidla tvořena zeminou jako výsledek zvětrávání hornin. Její složení může být velmi různorodé, a proto mívá rozmanité vlastnosti. Jedná se o tu část geologického prostředí, která spolupůsobí se stavební konstrukcí. Základovou půdu (u nepodsklepených objektů) většinou tvoří zeminy (nezpevněné sedimenty převážně kvartérního stáří). Při větší hloubce založení objektů to mohou být různé typy hornin, které se vyskytují pod základovou spárou. O vhodnosti základové půdy pro danou stavbu rozhodují nejen mechanické vlastnosti zemín a hornin, ale i základová konstrukce stavby. Vlastnosti základové půdy a její složení musejí být známy před zahájením projekčních prací.

Za základovou půdu se obvykle nepokládají materiály vzniklé lidskou činností, jako jsou různé navážky, zásypy, skládky apod., pokud vlastnosti těchto materiálů nejsou zlepšeny speciálními metodami tak, aby byly pro zakládání přijatelné. Základové půdy se třídí podle různých kritérií, nicméně jeden z nejlepších systémů třídění základových půd je součástí bývalé ČSN 73 1001 *Základová půda pod plošnými základy* z roku 1987, který byl sestaven pro základovou půdu tvořenou zeminami (přestože tato norma byla v souvislosti s definitivní platností ČSN EN 1997-1 zrušena, bude zejména její část týkající se klasifikace základových půd jistě i nadále využívána projektanty geotechnických konstrukcí). Zeminy se třídí zejména na základě granulometrického rozboru, kde kritériem je velikost zrn tvořících pevnou součást zemín. Základová půda musí přenášet zatížení objektu – statické a dynamické, deformace základové půdy musejí být co nejmenší.

Obrázek 2 *Dokončování povrchu základové desky po nalití betonu (zdroj: Autojeřáby Kladno, s. r. o.)*



Základová spára (*foundation base; level of foundation*)

Je to kontaktní plocha mezi základovou konstrukcí a základovou půdou, tedy plocha, na které se stýká základová konstrukce se základovou půdou. Její hloubka – hloubka založení stavby – musí být určena jednak konstrukčními požadavky dané stavby, ale také neméně důležitými podmínkami respektujícími mechanicko-fyzikální vlastnosti zemin (jako soubor charakteristik – mechanických a fyzikálních vlastností zemin v podzákladí stavby) a jejich možné objemové změny, kterými jsou namrzavost, smršťitelnost atp. Dále je hloubka základové spáry ovlivněna hloubkou hladiny podzemní vody a přípustným namáháním souvrství pod základovou spárou. Pokud se základová půda v rovinatém terénu podstatně nemění, jednotlivé vrstvy pod základovou spárou jsou únosné a mají stálou mocnost, vrstvy jsou v podzákladí uloženy horizontálně a hladina podzemní vody neovlivní zakládání, jedná se o jednoduché základové poměry. Při nesplnění jednoho z těchto kritérií je založení stavby již složitější, zvláště tvoří-li základovou půdu horniny neúnosné a silně stlačitelné. Pro ošetření základové spáry jsou předepsány technologické postupy. Základová spára musí být začištěná (to je ručně dorovnaná po předchozím provedení strojového výkopu), nezvodněná a (zejména u složitějších staveb) převzatá geologem/geotechnikem. Odkrytou a očištěnou základovou spárou je nutno co nejdříve překrýt alespoň podkladním betonem.

Zvodeň (*aquifer; groundwater body; waterbearing stratum*)

Hydraulicky jednotná akumulace podzemní vody v hornině (kolektoru); každá geologicky významná akumulace gravitačních (volných) podzemních vod bez ohledu na jejich původ a na geologické podmínky, v nichž v konkrétním případě existují. Dříve se používal termín horizont, resp. obzor podzemní vody.