

Základové dosky rodinných domov v zámrznej hĺbke - nové konštrukčné riešenia

Róbert Rudišín¹

Agnieszka Knoppik-Wróbel²

Walter Scherfel³

¹ Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav pozemného staviteľstva, Katedra fyziky budov; Vysokoškolská 4, 042 00 Košice; robert.rudisin@tuke.sk

² Wydział Budownictwa, Politechnika Śląska; Akademicka 5, 44-100 Gliwice; agnieszka@knoppik.pl

³ SIRCONTEC s.r.o.; L. Svobodu 26, 018 51 Nová Dubnica; scherfel@sircontec.com

Grant: VEGA 1/1060/11

Název grantu: Monitorovanie zmien fyzikálnych parametrov obalových konštrukcií budov za kvázistacionárneho stavu pri dynamických zmenách vonkajšieho prostredia

Oborové zamčrení: Stavebnictví

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

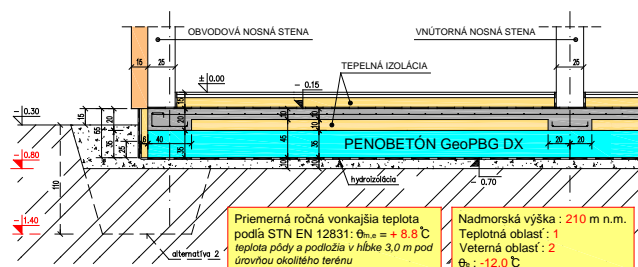
Abstrakt Návrh základových konštrukcií rodinných domov osadených na rastlom teréne si vyžaduje dôkladnú analýzu hneď niekoľkých faktorov. Jedná sa v prvom rade o hĺbku premrzania, ako aj hĺbku presychania základovej zeminy v danej lokalite, typ a únosnosť základovej zeminy, druh a zloženie pôdy / podložia, s tým úzko súvisiacu hĺbku založenia, ale aj výber a kombináciu použitých stavebných materiálov v konštrukciách spodnej stavby. Výskum a vývoj nových stavebných materiálov, napredujúci nezadržateľným tempom sa však nezastavil ani v tejto oblasti. Do povedomia sa dostávajú nové modifikácie ľahkých betónov (LB), ako sú napríklad modifikácie penobetónov pre inžinierske konštrukcie (GeoPBG DX), umožňujúce v konštrukciách a konštrukčných detailoch spodnej stavby (najmä v podlahových konštrukciách) plniť súčasne konštrukčnú aj tepelnoizolačnú funkciu. Vývoj v tejto oblasti pokročil do takej miery, že sa predpokladá použitie tohto typu materiálu ako tepelnoizolačnej - konštrukčnej a súčasne roznášacej - stabilizačnej vrstvy nahradzujúcej doposiaľ používané štrkové lôžko, vo vzťahu budova ~ podlahová konštrukcia ~ podložie.

Kľúčová slova Spodná stavba, tepelné toky, podlaha na teréne, kritický detail

1. ZAKLADANIE RODINNÝCH DOMOV V PODMIENKACH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

V súčasnosti prevládajúcim spôsobom zakladania rodinných domov na Slovensku, je aplikácia plošného spôsobu zakladania na monolitických základových pásoch (z prostého betónu, alebo železobetónu), resp. montovaných základoch z debniacich tvárnic. Jedná sa vo väčšine prípadov o plošné zakladanie do **nezámrznej hĺbky** (podľa typu a vlastností základovej zeminy - **minimálne 800 mm pod úroveň okolitého terénu**). Plošné zakladanie reprezentované v tomto prípade plošnými základmi rodinných domov, predstavuje prenos zaťaženia vlastnou stavbou na väčšiu plochu základovej pôdy / podložia, ako hlbinné základy. Tento predpoklad vyžaduje, aby únosnosť základovej zeminy bola v čo najmenšej hĺbke (minimálne od 0,5 ~ 0,8 m) pod úroveň okolitého terénu a na požadovanej hodnote.

Ďalším zo spôsobov plošného zakladania rodinných domov (v súčasnosti využívaného len veľmi zriedka) je zakladanie v **zámrznej hĺbke na pomerne tenkých betónových, resp. železobetónových doskách**. Hrúbka základovej betónovej dosky sa v tomto prípade odporúča minimálne 100 až 150 mm. Základové dosky sa aplikujú buď priamo na základovú zeminu, alebo na zhutnený štrkový násyp frakcie 16 až 32 a výške 100 až 200 mm. Zakladanie na železobetónovej doske (dosky s konštantnou výškou, rebrové dosky, hríbové dosky) sa realizuje v prípade, ak sa v pôde / podloží nachádzajú vrstvy zeminy premenlivej únosnosti a stlačiteľnosti - nerovnomerný pôdny profil (pri dovolenom namáhaní základovej zeminy približne 0,1 až 0,15 MPa), resp. pri zakladaní pod úrovníu hladiny spodnej vody.



Obrázok 1: Konkrétny príklad optimalizovaného konštrukčného riešenia spodnej stavby rodinného domu pri zakladaní v zámrznej hĺbke s použitím základovej dosky obsahujúcej penobetón GeoPBG DX.

Drenážny systém zachytáva povrchovú vodu, ktorá prúdi pozdĺž základovej konštrukcie, čím udržiava okolitú zeminu v relatívne suchom stave. Zemina je tým pádom menej náchylná na objemové zmeny, ktoré by vznikli v dôsledku zamrznutia. Drenážny systém umožní navrhnuť menšiu hĺbku založenia budovy h_z , ako je potrebné z dôvodu premrznutia zeminy.

Jednou z predností použitia tohto spôsobu zakladania je **jednoduchosť vyhotovenia základovej dosky** (vytvárajúcej súvislý plošný základ pod celým pôdorysom stavby) a **súčasne**

rovnomernejšie sadanie celej budovy (v prípadoch nerovnomernej namáhaných častí budovy - iná konštrukčná výška, rozdielne konštrukčné riešenie, resp. vlastné zaťaženie) v porovnaní s použitím základových pásov. Použitie základových dosiek je teda vhodnejšie z hľadiska dosiahnutia rovnomernejšieho rozloženia napätí (bránia väčšiemu rozdielu v sadaní stavby). V dôsledku napredovania výskumu a vývoja, rozvoja moderných technológií s tendenciami znižovania materiálovej a energetickej náročnosti budov, nadobúda **rozhodovanie o spôsobe zakladania** v súčasnosti svoj osobitný význam. Do popredia sa tak dostávajú nové konštrukčné systémy a riešenia (viď. obrázok 1) v kombinácii s novými stavebnými materiálmi. Jedným z takýchto „novodobých - viacfunkčných stavebných materiálov“, ktorému sa venuje tento článok je aj **penobetón PBG** (v modifikácii GeoPBG DX), zaraďujúci sa do skupiny ľahkých betónov s prirodzeným tuhnutím (LB). Princíp výroby penobetónu je známy viac ako 35 rokov, no jeho výroba ako aj variabilita použitia sa v priebehu rokov neustále mení a vyvíja. Spôsoby a možnosti zakladania rodinných domov v zámrznej hĺbke sa v podmienkach jednotlivých krajín líšia, používajú sa však len veľmi zriedka najmä ako alternatívne riešenia, vzhľadom k problémom, ktoré pri nesprávnom riešení konštrukcií a konštrukčných detailoch spodnej stavby môžu spôsobiť: **deformáciu základovej pôdy - premrzanie základov, statické poruchy až obmedzenie spoľahlivosti a funkčnosti samotnej budovy.**

• **Jednotlivé možnosti a spôsoby zakladania sa líšia v závislosti od :** klimatických podmienok, stavebných tradícií, či legislatívnych porporcií.

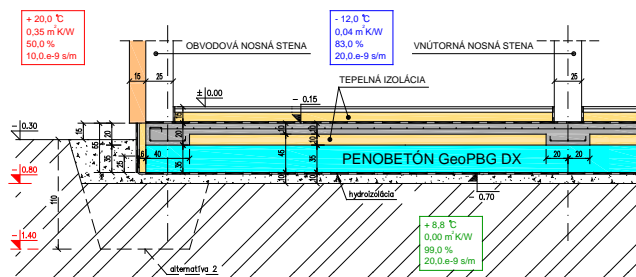
• **Vyžadujú si zvýšené nároky na :** výber vhodného stavebného materiálu, ako aj samotné konštrukčné riešenie.

Jedným z krokov, ktorým je možné prispieť k plnohodnotnému a najmä správne fungovaniu spodnej stavby rodinných domov pri plošnom zakladaní v zámrznej hĺbke je **optimalizácia tepelnotechnických vlastností spodnej stavby** - optimalizácia jednotlivých stavebných konštrukcií tvoriacich charakteristický a súčasne často najkritickejší konštrukčný detail spodnej stavby budov osadených na rastlom teréne : **styk obvodovej steny, základovej konštrukcie a podlahovej konštrukcie s pôdou a podlážím na rastlom teréne.**

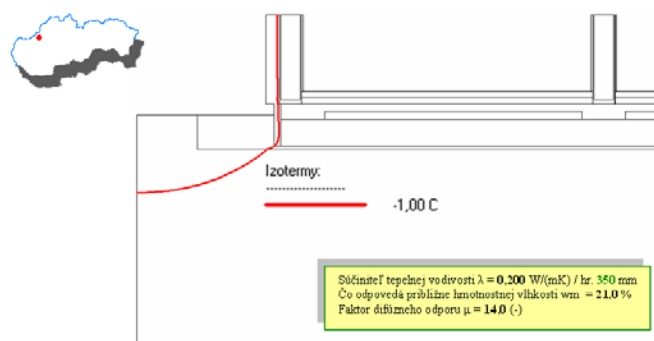
2. ZÁKLADOVÉ DOSKY OBSAHUJÚCE PENOBETÓN GeoPBG DX - Z HĽADISKA STAVEBNEJ TEPELNEJ TECHNIKY

Prvoradým cieľom pri navrhovaní konštrukčných detailov spodnej stavby (v tomto prípade rodinných domov) by nemala byť snaha o úplnú elimináciu tepelných strát z budovy do podlažia, ale optimalizácia tepelných tokov vzhľadom k možnosti „vyhrievania podlažia“ - zvoliť pri návrhu určitý „kompromis“ vo výbere množstva, umiestnenia, vzájomnej kombinácie a voľby tepelnej izolácie v konštrukčnom detaile spodnej stavby. Predmetom podrobnej analýzy sa tak stáva oblasť optimalizácie navrhovania spodnej stavby rodinných domov osadených na rastlom teréne, a to z hľadiska: minimálnej vnútornej povrchovej teploty θ_{si} , potrebnej hĺbky založenia budovy (rodinného domu) h_z , ako aj z hľadiska lineárneho stratového súčiniteľa styku steny a podlahy Ψ_g .

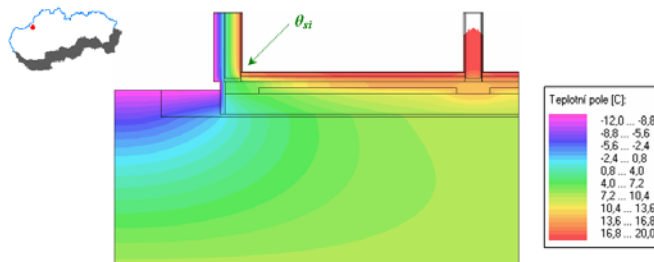
Hodnoty fyzikálnych veličín stavebných materiálov, aplikovaných vo vybranom konštrukčnom detaile spodnej stavby, boli stanovené na základe údajov uvedených v norme STN 73 0540-3 [5] v tabuľke 11 až 13 a údajov uvedených v norme STN EN ISO 13370 [4] v tabuľke 1 a tabuľke G.1.



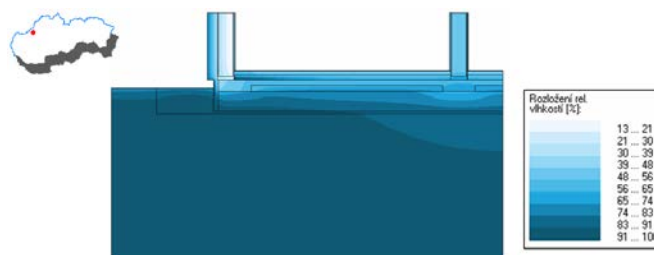
Obrázok 2: Schematická modelová a konštrukčná charakteristika vybraného konštrukčného riešenia spodnej stavby nízkoenergetického rodinného domu osadeného na rastlom teréne.



Poznámka 1 - hĺbka založenia budovy h_z musí byť taká, aby sa spodná úroveň základu (základová škára) križila vonkajším lícom základu práve v izotermie **-1,0 °C**.

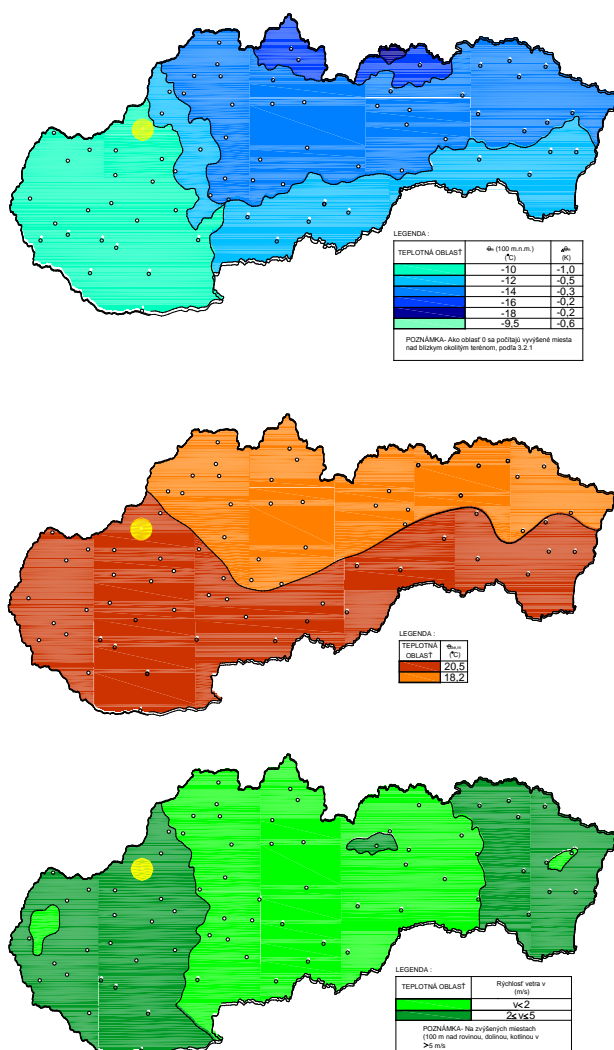


Penobetón GeoPBG D5 - dosiahnutá povrchová teplota $\theta_{si} = +16,74 °C$ v rohu konštrukčného detailu (lokality SR: Trenčín).



Obrázok 3: Rez optimalizovanej konštrukcie základovej dosky nízkoenergetického rodinného domu (vychádzajúci z pôvodného poľského návrhu) - Simuláciou termovízie znázornený priebeh teplôt, priebeh mrazovej izotermy $-1,0 °C$ a rozloženie relatívnej vlhkosti (lokality Trenčín : teplotná oblasť 1 ($-12,0 °C$), veterná oblasť 2, 210 m.n.m.).

Poznámka 2 - pre úplnosť uvádzame hodnoty súčiniteľa tepelnej vodivosti λ suchého materiálu v prípade ľahkých betónov LB (PBG) : pre PBG 35 od 0,085; pre PBG 40 od 0,09; pre PBG 45 od 0,10 a pre PBG 50 od 0,11 W/(m.K).



Obrázok 4: Grafické znázornenie s vyznačením uvažovanej lokality - Trenčín: a) Mapa teplotných oblastí Slovenska v zimnom období, b) Mapa teplotných oblastí Slovenska v letnom období, c) Mapa veterných oblastí Slovenska v zimnom období.

3. ZÁVER

Potreba zaoberať sa touto problematikou v podobe *efektívnej optimalizácie tepelných tokov z budovy do podlažia*, vyplynula z aktuálnosti riešenia problému z pohľadu napredovania v oblasti energetickej hospodárnosti budov, prudkého nárastu dopytu po výstavbe rodinných domov v posledných rokoch a taktiež z požiadaviek stavebnej teórie a praxe. *Správny návrh konštrukcií a konštrukčných detailov je totižto jedným z krokov, ktorým dokážeme prispieť k zníženiu energetických nárokov na vykurovanie a prevádzku budov a súčasne zvýšime kvalitu vnútorného prostredia.*

Postupom času si penobetón PBG (v modifikácii GeoPBG DX) nachádza svoje uplatnenie a pevné miesto pri výstavbe nielen v bytových a občianskych, ale aj v priemyselných stavbách. Medzi hlavné dôvody pre uplatnenie penobetónu GeoPBG DX pri zhotovovaní základových dosiek rodinných domov patria: *priaznivá hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti λ , nízka objemová tiaž, minimalizácia výkopových prác, skrátenie doby realizácie a v konečnom dôsledku zlacnenie základovej konštrukcie.*

V oblastiach s nízko únosným a stlačiteľným podložím bude významnú rolu zohrávať aj nízka objemová tiaž, ktorá je v porovnaní so zhrnutým štrkom štvrtinová.

Primárny cieľ : *alternatívne nahradenie štrkového / štrkopieskového násypu s najčastejšou hrúbkou 200 mm a podkladného betónu s najčastejšou hrúbkou 100 ~ 150 mm, jednou vrstvou penobetónu (GeoPBG DX) s hrúbkou, ktorá zabezpečí požadované tepelnotechnické vlastnosti a únosnosť konštrukcie spodnej stavby optimalizovanú pre akúkoľvek budovu (prerušenie vzĺnania pôdnej vlhkosti zo základovej zeminu do základovej a podlahovej konštrukcii) a súčasne umožní znížiť hĺbku založenia budovy h_z vo vzťahu ku geologickým prieskumom zistenej únosnosti pôdy / podlažia.*

Úloha : *vyhotovenie hrubej stavby rodinných domov v čo možno najkratšom časovom úseku, pri čo najmenších finančných nákladoch a taktiež elimináciu prípadného nerovnomerného sadania celej stavby ešte pred realizáciou finálnych povrchových úprav (čím sa predíde ich neskoršiemu narušeniu a praskaniu).*

Predpoklad : *využitie základových dosiek (s aplikáciou modifikácie penobetónu GeoPBG DX) aj v lokalitách, kde by v inom prípade bolo nutné použiť metódy špeciálneho zakladania. Základom pre dosiahnutie vyššie uvedených predností, je kvalifikovaný geotechnický návrh a tepelnotechnické posúdenie základových dosiek.*

Kompromis : *staticky bezpečný a hospodárne efektívny návrh spodnej stavby akejkoľvek budovy. O výslednom návrhu založenia spodnej stavby akejkoľvek budovy (v tomto prípade rodinných domov) by mal rozhodovať vždy projektant spolu so statikom a geotechnikom.*

Jedným z cieľov nadviazanej spolupráce medzi pracovníkmi Technickej univerzity v Košiciach, Stavebnej fakulty, Ústavu pozemného staviteľstva, firmou SIRCONTEC a Politechnikou Sláskou, Wydziałom Budownictwa, Gliwice, bude výmena skúseností v oblasti navrhovania a projektovania tradičných, ale aj progresívnych konštrukcií a konštrukčných detailov spodnej stavby nepodpivničených budov osadených na rastlome teréne.

Súčasnou prioritou je vytvorenie *všeobecne platnej sústavy konštrukcií a konštrukčných detailov spodnej stavby* aplikovateľných v klimatických podmienkach krajín V4 (pre vybrané teplotné oblasti s vonkajšou výpočtovou teplotou θ_e : -12,0 °C; -14,0 °C; -16,0 °C; -18,0 °C; -20,0 °C; -22,0 °C; -24,0 °C s využitím tzv. *progresívnych viacfunkčných stavebných materiálov* (LB: PBG a modifikácie GeoPBG DX).

Zdroje

1. RUDIŠIN, R., KNOPPIK-WRÓBEL, A., SCHERFEL, W.: New solution of a dwelling house foundation structure - foundation slab made of lightweight concrete (PBG), In: *Poruchy a obnova obalových konštrukcií budov*, Apríl 2011, SR, Vysoké Tatry, Podbanské, str. 249-254, ISBN 978-80-553-0651-3.
2. RUDIŠIN, R., KNOPPIK-WRÓBEL, A.: Zakladanie rodinných domov v zmrznutej hĺbke pri aplikácii ľahkých betónov z pohľadu stavebnej tepelnej techniky, In: *Podlahy a povrchové úpravy ve stavebnictví 2011*, September 2011, ČR, Praha 4, KC Novodvorská, str. 149-153, ISBN 978-80-260-0166-9.
3. Typové podklady rodinných domov: inž. Agnieszka Knoppik-Wróbel, dr inž. Rafał Krzywoń, dr inž. Jacek Hulimka.
4. STN EN ISO 13370: Tepelnotechnické vlastnosti budov, Šírenie tepla zeminou, Výpočtové metódy (ISO 13370: 2007) (Júl 2008).
5. STN 73 0540-3: Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Tepelná ochrana budov, Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov (Marec 2002).
6. www.sircontec.com.