



MANUÁL
PRE NÁVRH
A REALIZÁCIU
PODKLADOVÝCH
VRSTIEV
PRIEMYSELNÝCH
PODLÁH
S POUŽITÍM
PENOBETÓNU

verzia 0918.1

PENOBETÓN

Penobetón (*FoamConcrete* – FC) ako zmes spojiva, vody, prísad a technickej peny, je vo svojom princípe známy už viac ako tridsať rokov. Je to stavebný materiál s dobrými mechanickými vlastnosťami, nízkou tepelnou vodivosťou, jednoduchým, a pritom vysoko technologickým spracovaním.

Penobetón obsahuje uzatvorené vzduchové póry, čím sa dosahuje jeho nízka objemová hmotnosť a úspora materiálových vstupov.

Vzhľadom k svojim vlastnostiam je využiteľný ako náhrada sypaných podkladových vrstiev priemyselných podláh, ale aj dopravných plôch, či ako súčasť základových konštrukcií pozemných stavieb.

Penobetón sa v súčasnosti v priemyselných podmienkach obvykle vyrába v objemových hmotnostiach 300 – 900 kg/m³. Pre konštrukcie priemyselných podláh využívame hlavne objemovú hmotnosť 500 kg/m³.

Obmedzujúce podmienky

Spracovatelia tohto manuálu nepreberajú zodpovednosť za akékoľvek škody, ktoré vznikli nedodržaním odporúčaní uvedených v tomto manuáli, v platnej technickej dokumentácii dodávateľa penobetónu a v platných technických predpisoch. Každá priemyselná podlaha je situovaná do konkrétnych podmienok a z nich vyplývajúcich možností navrhovania. Preto je nevyhnutné, aby návrh každej priemyselnej podlahy obsahujúcej vrstvu penobetónu vykonal autorizovaný špecialista s príslušnou kvalifikáciou a znalosťami. Kontaktným miestom pre zaslanie zadania na spracovanie návrhu priemyselnej podlahy je spoločnosť WIL&DERS, s.r.o., info@betononline.sk, prípadne miestne príslušný obchodno-technický špecialista dodávateľa penobetónu.

Odporúčaná literatúra

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

STN EN 1997-2. Eurokód 7, Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia.

STN 72 1001. Klasifikácia zemín a skalných hornín.

STN 72 1015. Laboratórne stanovenie zhutniteľnosti zemín.

STN 72 1018. Laboratórne stanovenie relatívnej uľahlosti nesúdržných zemín

STN 73 1001. Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb.

STN 73 3050. Zemné práce. Všeobecné ustanovenia.

STN 73 6133. Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií.

STN 73 6190. Statická zaťažovacia skúška podložia a podkladových vrstiev vozoviek.

STN 73 6192. Rázová zaťažovacia skúška vozoviek a podložia.

Technický list: penobetón pre priemyselné podlahy.

TKP časť 2. Zemné práce.

TR34 Concrete industrial ground floors. Aguide to design and construction.

Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum

Prieskum má byť navrhnutý takým spôsobom, ktorý zaručí, aby pre rôzne etapy projektu boli k dispozícii relevantné geotechnické informácie a údaje. Výpovedná hodnota geotechnických informácií má umožniť riadenie identifikovaných a predvídaných projektových rizík. Pre strednú a konečnú etapu výstavby majú byť poskytnuté informácie a údaje, zahŕňajúce riziká nehôd, oneskorení a škôd.

Cieľmi geotechnického prieskumu je objasnenie geologických a hydrogeologických pomerov, stanovenie vlastností zemín a hornín a získanie ďalších doplňujúcich relevantných informácií o lokalite. Je potrebné uskutočniť starostlivý zber, zaznamenávanie a interpretáciu údajov z geotechnických informácií. Tieto informácie majú zásadne zahŕňať stav základovej pôdy, geologické, geomorfologické, hydrologické pomery a seizmicitu územia. Majú tiež zohľadňovať prejavy premenlivosti vlastností základovej pôdy.

Osobitnú pozornosť je potrebné venovať lokalitám, ktoré už boli v minulosti využívané, keďže v takýchto miestach sa môžu vyskytovať neočakávané odchýlky od prirodzených základových pomerov.

Musí obsahovať:

- zistenie geologických, hydrogeologických a tektonicko-úložných pomerov, spolu s vlastností zemín a hornín do potrebnej hĺbky – minimálne aktívnej hĺbky pod základmi;
- zistenie deformačných vlastností základovej pôdy, odhalenie miest s málo únosnou základovou pôdou, vymedzenie ich rozsahu, popr. návrh doplnkového prieskumu,
- overenie stlačiteľnosti, organických prímiesí, objemových zmien a štruktúrnych kolapsov (presadenie), napučíavanie a zdvih základovej pôdy,
- overenie stability prostredia – geodynamické javy v záujmovom území ale aj v blízkom okolí – zosuvy, poddolovanie, krasové útvary, staré banské diela, tektonické zlomové línie,
- zistenie úrovne a charakteru HPV, jej agresivity, v blízkosti tokov úroveň Q_{100} , ako aj HPV_{100} , výkyvy HPV v období, hydraulické vlastnosti, v prípade zakladania pod HPV sa vykonáva HG prieskum.

Hydrogeologický prieskum musí poskytovať informácie o:

- hĺbke, hrúbke, rozšírení a priepustnosti zvodnej vrstvy základovej pôdy a puklinových systémov v horninovom masíve;
- nadmorskej výške úrovne hladiny podzemnej vody alebo piezometrickej úrovne zvodnelých zón a ich priebehu v čase, aktuálnych hladinách podzemnej vody a možných extrémnych úrovniach, ako aj periodicite ich výskytu;
- rozdelení pórových tlakov;
- chemickom zložení a teplote podzemnej vody.

Tam, kde je to podstatné, získané informácie by mali byť dostatočné pre posúdenie nasledovných hľadísk:

- charakter a rozsah prác pri znižovaní hladiny podzemnej vody;
- možné škodlivé účinky podzemnej vody na výkopy alebo svahy (napríklad riziko hydraulického porušenia, nadmerného priesakového tlaku alebo erózie);
- akékoľvek opatrenia potrebné pre ochranu konštrukcie (napríklad tesnenie, odvodnenie, opatrenia proti agresivite a hydrostatickému tlaku);

- vplyv zníženia hladiny podzemnej vody, vysušenia, zadržovania podzemnej vody na okolité prostredie;
- kapacita základovej pôdy absorbovať vodu počas stavebných prác;
- možnosti využitia lokálnej podzemnej vody s daným chemickým zložením, pre stavebné využitie.

Príprava podkladu pod vrstvu penobetónu

Vzhľadom na to, že poruchy podlahových konštrukcií bývajú často spôsobené nevhodným návrhom a/alebo nekvalitným zhotovením podkladu podlahy je potrebné príprave týchto vrstiev venovať náležitú pozornosť.

Pozornosť treba venovať príprave podložia pod vrstvu penobetónu tak, aby nielen spĺňala stanovené minimálne hodnoty modulov pretvárnosti a ich pomerov, ale zároveň, aby bola zemná pláň dostatočne stabilná a homogénna pre vylúčenie lokálnych imperfekcií podkladu podlahy.

Overenie pretvárných charakteristík vrstiev pod penobetónom odporúčame pomocou statických zaťažovacích skúšok v zmysle STN 73 6133 a STN 73 6190. Pomer modulov pretvárnosti z druhého a prvého zaťažovacieho cyklu $E_{def,2} / E_{def,1} \leq 2,2$.

V prípade odchýlok postupov a použitia iných skúšobných zariadení ako uvádzajú normy je potrebné overiť spoľahlivosť získaných výsledkov. Rovnako je treba postupovať aj pri aplikácii dynamickej zaťažovacej skúšky.

Pre overenie kvality zhutnenia odporúčame aplikáciu priamych alebo overených nepriamych skúšobných metód pre určenie objemovej hmotnosti, najmä pri zložitejších základových pomeroch alebo väčšieho zaťaženia priemyselnej podlahy.

Je potrebné dodržať rovinatosť zhotovenej vrstvy pod penobetónom v zmysle STN 73 6133. Početnosť skúšok stanoví projektant na základe platnej legislatívy a so zohľadnením špecifik danej stavby.

II.

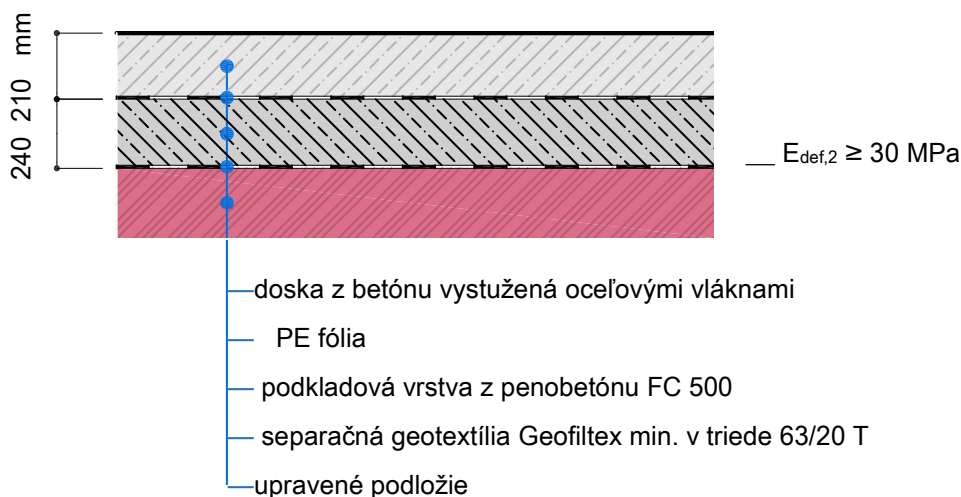
Návrh podkladovej vrstvy z penobetónu

Návrh podkladovej vrstvy z penobetónu by mal byť koordinovaný s návrhom vrchnej betónovej podlahovej dosky.

Pre návrh vrchnej dosky sa obvykle stanovuje minimálna hodnota modulu pretvárnosti $E_{def,2}$, ktorú treba stanoviť najmä s ohľadom na zaťaženie podlahovej konštrukcie. Na základe tohto parametru je možné navrhnuť potrebnú hrúbku vrstvy penobetónu.

Pre aplikáciu v priemyselných podlahách je vrstva z penobetónu na spodnom okraji opatrená netkanou separačnou geotextíliou Geofiltex min. v triede 63/20 T alebo geotextíliou s ekvivalentnými parametrami. Pre zvýšenie hodnoty modulu pretvárnosti na vrstve penobetónu je možné priamo na geotextíliu rozprestrieť nekorozívnu čadičovú výstužnú kompozitnú sieťovinu ORLITECH®100 x 100 x 3 mm.

Vrstvu penobetónu nie je potrebné dilatovať okrem prípadov, keď ich navrhuje projekt podlahy. Pri tvrdení sa môžu v penobetóne podľa druhu aplikácie a spôsobu ošetrovania vyskytovať nekontrolovateľné zmrašťovacie trhlinky a to i nad rámec dilatačných polí. Tieto nemajú vplyv na funkčnosť vrstvy.



Obr. 1 Príklad návrhu skladby priemyselnej podlahy s podkladovou vrstvou z penobetónu

Pre výpočet tepelného odporu vrstvy penobetónu FC 500 je uvažovaná jeho stabilizovaná hmotnostná vlhkosť v prostredí štrkodrviny 0/63 mm na úrovni 15% hm. a pre túto bol stanovený súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda = 0,19 \text{ W/m.K}$. Tieto hodnoty platia pre prípad, keď vlhkosť stav FC 500 neovplyvňuje podzemná voda, prípadne zatopenie počas povodne.

III.

Realizácia, kontrola kvality a užívanie

Realizácia vrstvy penobetónu

Na výrobu sa používajú betonárky a autodomiešavače v obvyklom vyhotovení. Pred výrobou FC 500 je potrebné dôkladné umytie miešacieho jadra a tiež bubna autodomiešavača úlohou ktorého je odstránenie zvyškov chemických prísad z predchádzajúcej výroby klasického betónu. Prípustné je použitie čistej alebo studničnej vody.

Na zrovnanie podložie s požadovanými vlastnosťami sa vždy umiestňuje separačná geotextília Geofiltex min. v triede 63/20 T alebo ekvivalentnej. Pred naliatím penobetónu sa geotextília musí navlhčiť vodou.

Čerstvá zmes penobetónu sa na miesto uloženia vylieva priamo cez žľab autodomiešavača alebo dopravuje čerpadlom. Pre zrovnanie povrchu sa používa striasacia tyč ako pri spracovaní samonivelačného poteru. Penobetón sa nikdy nevibruje a po dobu zatvrdnutia naň nemajú pôsobiť vibrácie napr. od vibračných valcov pohybujúcich sa v okolí aplikačnej plochy. Pri spracovaní väčších hrúbok je nutné zabezpečiť, aby nedošlo k pohybu čerstvej zmesi po uplynutí doby spracovateľnosti.

Povrch penobetónu je potrebné chrániť pred predčasným odparením zámesovej vody spôsobeným priamym slnečným žiarením, prievanom a vetrom obdobne ako pri iných čerstvých zmesiach vyrobených na báze cementu. Vhodný je postrek vodou. Po 3 dňoch pri 20°C je možné povrch zaťažovať ľahkou stavebnou mechanizáciou, nižšie teploty túto lehotu predlžujú.

Vlhkosť vrstvy penobetónu je závislá od vlhkosti okolitého prostredia a ak nie je pod vplyvom podzemnej vody stabilizuje sa v rozmedzí 12 – 15% hm.

Kontrola kvality zhotovenia vrstvy penobetónu

Na stavbe sa kontroluje objemová hmotnosť v čerstvom stave a rozliatie podľa Kontrolných postupov WIL&DERS, s.r.o. Pri preukaznej skúške sa meria objemová hmotnosť a pevnosť v tlaku na skúšobných telesách vo veku 28 dní.

Overenie pretvárných charakteristík vrstiev pod penobetónom odporúčame vykonať pomocou statických zaťažovacích skúšok v zmysle STN 73 6133 a STN 73 6190. Pomer modulov pretvárnosti z druhého a prvého zaťažovacieho cyklu $E_{def,2} / E_{def,1} \leq 2,2$.

V prípade odchýlok postupov a použitia iných skúšobných zariadení ako uvádzajú normy je potrebné overiť spoľahlivosť získaných výsledkov. Rovnako je treba postupovať aj pri aplikácii dynamickej zaťažovacej skúšky.

Zaťažovacie skúšky sa na realizujú na povrchu penobetónu po 28 dňoch od realizácie vrstvy. V prípade skoršej realizácie skúšok je potrebné okrajové podmienky skúšky ako aj požadované parametre na vrstve penobetónu v danom časovom okamihu konzultovať s projektantom.

Početnosť skúšok stanoví projektant v zmysle platnej legislatívy so zohľadnením špecifik danej stavby.

Užívanie vrstvy penobetónu

V prípade pojazdu mechanizácie po povrchu vrstvy penobetónu počas ďalších stavebných a montážnych prác je takéto namáhanie možné po 3 dňoch / min 15°C od skončenia realizácie vrstvy po dobu maximálne 60 dní. Penobetón nesmie byť pritom namáhaný nadmerným koncentrovaným zaťažením, pričom medzná intenzita zaťaženia, príp. opatrenia pre zníženie tejto intenzity budú konzultované s projektantom v čase prípravy realizačného projektu, alebo operatívne počas stavebných prác. Penobetón môže byť zaťažený kolesovými tlakmi stavebných mechanizmov (napr. sklápače, autožeriavy), pod stabilizačné nohy takýchto mechanizmov je však nutné použiť roznášacie dosky dostatočných rozmerov tak, aby nedošlo k poškodeniu vrstvy penobetónu.

Penobetón si zachováva svoje vlastnosti aj pokiaľ príde do styku s niektorými chemickými látkami (napr. rozmrazovacie látky, rozpúšťadlá apod.).V prípade výskytu takýchto podmienok je aj napriek tomu potrebné informovať projektanta a konzultovať postup pri zavádzaní prípadných ochranných opatrení.

PENOBETÓN ...

... je stavebný materiál so širokou škálou využitia. Penobetón má potenciál etablovať sa ako materiál pre podkladové vrstvy pre priemyselné podlahy.

Medzi jeho najväčšie benefity patrí ...

Mechanické vlastnosti

- ✓ vysoká úroveň mechanicko-fyzikálnych parametrov a ich rýchly nárast v čase
- ✓ vysoká tuhosť v porovnaní so zásypovými materiálmi
- ✓ schopnosť odolávať zaťaženiu od ľahkej mechanizácie už po 3 dňoch od realizácie
- ✓ menšie nároky na prípravu podložia pod vrstvu penobetónu

Technické vlastnosti

- ✓ odolnosť voči poškodeniu povrchu od mechanizácie, vrátane šmykom riadených nakladačov
- ✓ vysoká odolnosť voči zmrazovaniu a rozmrazovaniu
- ✓ výborné teplotné vlastnosti

Technologické vlastnosti

- ✓ vysoký pracovný výkon pri realizácii
- ✓ dobrá spracovateľnosť
- ✓ vysoká úroveň homogenity zhotovenej vrstvy
- ✓ dodržiavanie štandardu kvality v rámci každej realizácie.

WIL&DERS™



WIL&DERS, s.r.o.
Garbiarska 15051/18
080 06 Prešov
Slovensko

+421 917 852 394
info@betononline.sk

Máj 2021

WIL&DERS, s.r.o.
Garbiarska
15051/18
080 06 Prešov
Office:
Duchnovičovo nám. č.1, Prešov

telefón: + 421 917 852 394
e-mail: info@betononline.sk
web: www.BetonOnline.sk