

PROVÁDĚNÍ PRŮMYSLOVÝCH BETONOVÝCH PODLAH VČETNĚ POVRCHOVÝCH ÚPRAV CONSTRUCTION OF INDUSTRIAL CONCRETE FLOORS, INCLUDING SURFACE FINISHING

JAN PŘIBYL

Betonové podlahy v průmyslových a skladových objektech plní především funkci užítkovou, ale postupně se stávají i důležitým architektonickým prvkem při realizaci obchodních, veřejných a administrativních budov.

Concrete floors in industrial and storage facilities have, for the most part, a utility function. Gradually, though, they are becoming an important architectural component in the constructions of commercial, public and administrative buildings.

POŽADAVKY NA PODLAHU

Betonové a železobetonové podlahy patří mezi nejdůležitější konstrukce průmyslových, obchodních a skladových objektů. Samozřejmě, že nemůže dojít ke zřícení konstrukce jako u sloupů a průvlaků, ale v případě zásadního poškození podlah jsou opravy složité, omezují často provoz v objektu a jejich provedení je značně finančně náročné. Zásadním požadavkem na průmyslovou podlahu je její odolnost proti mechanickým zatížením (skladovaný materiál, regálové zakladače, pojezd dopravních prostředků), odolnost proti

obrusu a vůči chemickým vlivům. Současně jsou požadovanými vlastnostmi i snížení prašnosti, omezení deformací a zabránění vzniku trhlin. Kromě těchto funkčních požadavků na podlahy vystupují stále častěji do popředí i požadavky estetické. Betonové podlahy s vhodnou povrchovou úpravou nalezneme nejenom v průmyslových, skladových a obchodních objektech (obr. 1), ale i v budovách veřejných a administrativních.

VRSTVY BETONOVÝCH PODLAH

Při realizaci průmyslových betonových podlah je nutno pamatovat na to, že podlahové konstrukce se skládají ze tří vrstev, podkladní, nosné a nášlapné. Všem vrstvám je nutné věnovat stejnou pozornost. Při špatně provedeném podloží není prakticky možné realizovat desku s předepsanými statickými požadavky, nekvalitně provedená povrchová úprava snižuje kvalitativní nebo estetické vlastnosti podlahy.

Podkladní vrstvy

Podkladní vrstva je tvořena zpravidla hutněným šterkopískovým podsypem, nebo podkladním betonem. Dvouvrstvou podlahu na podkladní betonovou desku je vhodné použít při opravě stávajících podlah formou nadbetonávky. Při návrhu nové průmyslové podlahy doporučují zejména z ekonomických důvodů provedení jednovrstvé podlahy na hutněný podsyp. Míra zhutnění podkladní vrstvy betono-

vé desky je charakterizována moduly přetvárnosti zeminy E_{def} [MPa] určenými statickou zatěžovací zkouškou. Tato zkouška určuje statickou únosnost stmelěných a nestmelěných zemin a kameniva v zemních tělesech s použitím zatěžovací desky o průměru 762 mm. Velikost zrna nesmí být větší než 1/3 průměru zatěžovací desky. Poměr modulů přetvárnosti určených z prvního a druhého zatěžovacího cyklu musí vyhovět podmínce:

$$\frac{E_{def,2}}{E_{def,1}} < 2,5$$

Limitní hodnota $E_{def,2}$ je okolo 40 MPa. Obecně lze pro realizaci zatížených průmyslových podlah doporučit zhutnění podkladních vrstev na hodnotu vyšší než 60 MPa.

Únosnost zeminy zjištěná statickou zatěžovací zkouškou je ve výpočtech vyjádřena modulem reakce k [N/mm²]. Hodnota modulu reakce musí být větší než 0,03 N/mm² a vyplývá ze vztahů:

$$\frac{E_{def,2}}{E_{def,1}} < a \quad \frac{E_{def,2}}{550a} < k \quad \frac{E_{def,1}}{550} < k$$

V praxi je často měření modulu přetvárnosti prováděno dynamickou zatěžovací zkouškou. Výsledkem této zkoušky je E_{vd} .

$$E_{def,2} = 2,5E_{vd} - 20$$

V případě provedení tepelné izolace pod podlahovou deskou je nutno dodržet projektem navržený typ tepelné izolace. Optimální je použití extrudovaného polystyrenu, který nejlépe splňuje podmínky kladené na podklad pod podlahou. Pro méně zatížené podlahy je možné použít polystyrenu EPS 150 a EPS 200.

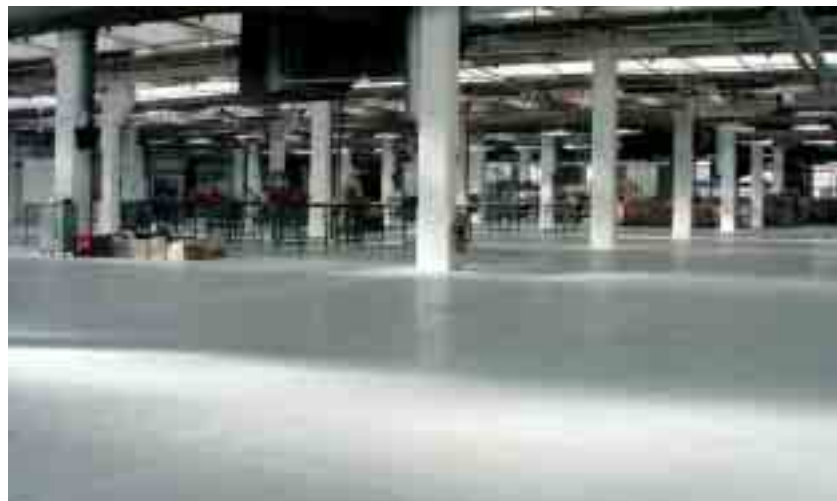
Nosná deska

Thloušťka nosné vrstvy se zpravidla pohybuje v rozmezí od 100 do 300 mm. Závisí na způsobu a velikosti zatížení a na kvalitě podkladních vrstev.

Nosné desky průmyslových podlah jsou

Obr. 1 Nová drátkobetonová podlaha v rekonstruované průmyslové hale

Fig. 1 A new fiber-reinforced concrete floor in a reconstructed industrial hall



tvoreny betonem třídy minimálně C 20/25 (B25), u podlah více zatížených lze použít beton vyšší třídy. Betonová směs je vyráběna z portlandského nebo struskoportlandského cementu. Kamenivo musí mít takovou křivku zrnitosti, aby nedošlo k jeho segregaci po vybetonování desky. Vodní součinitel betonové směsi nemá být větší než 0,5 a pokles kužele dle Abramse by měl dosahovat hodnot 50 až 85 mm.

Jako výztuž lze použít svařované sítě nebo rozptýlenou výztuž ve formě ocelových drátků. Hlavní výhodou využití ocelových vláken je, že beton má zlepšené vlastnosti v celém svém objemu, odpadá pracné vázání klasické armatury a při provádění drátkobetonu není nutné kontrolovat uložení sítí tak, aby bylo dodrženo požadované krytí výztuže. Ocelová rozptýlená výztuž je přidávána do směsi na stavbě nasypáním v odpovídajícím množství do autodomíchávačů, nebo je dávkována přímo na betonárně. Tím je zajištěno důkladné rozmíchání drátků ve směsi již během přejezdu na stavbu. Minimální dávkování ocelových vláken je 20 kg/m³ betonu. Horní hranice dávkování je omezena zpracovatelností betonové směsi a ekonomickými hledisky. Běžně nepřesahuje množství ocelových vláken v betonové směsi hranici 30 kg/m³. Návrh podlah s použitím ocelových vláken do betonu vypracovávají zpravidla dodavatelé podlah ve spolupráci s výrobcí vláken.

ULOŽENÍ BETONU

Před započítím betonáže jsou nutné některé přípravné práce. Je nutné folii ochránit plochy nad podlahou před znečištěním a především místa styku podlahy se stávajícími konstrukcemi obložit pružnou hmotou o tloušťce 5 mm. Tím dojde k pružnému oddělení ostatních prvků stavby od podlahové konstrukce.

Položení betonu v průmyslových halách nebo venkovních plochách lze provádět dvěma základními způsoby. Metoda dlouhých pásů spočívá v rozdělení objektu na pásy o šířce odpovídající délce vibrační lišty a ploše objektu. Betonáž se zpravidla provádí metodou vystřídání pásů. Délka pásů je dána denním výkonem zhotovitele a zpravidla nepřesahuje 1000 m² za prodlouženou pracovní směnu. Je třeba pamatovat nejen na betonáž desky, ale zejména na možnosti zpracování povrchové úpravy. Betonáž je prováděna do bednění, jehož hrana je před zahájením

betonáže vyrovnána do požadované nivelety. Klasické dřevěné bednění je nahrazeno kovovým nebo plastovým. Speciální plastové profily, jejichž využití je stále častější, osazené do betonových kolačků splňují nejen funkci bednění a vodícího prvku pro vibrační lať, ale současně fungují jako dilatační spáry (obr. 2).

Modernější metodou je kontinuální betonáž. Provádí se bez použití bednění v celé ploše podlahy v jednom nepřetržitým pracovním cyklu. Srovnání betonu, hutnění i aplikace vsypu je prováděna strojně. Niveleta je zajištěna laserem a denní výkon dosahuje až 3 000 m².

Podmínkou kvalitního provedení betonové podlahy jsou nepřetržitě probíhající práce. Je nutné zajistit kontinuální dodávku betonové směsi tak, aby nevznikaly pracovní spáry. Z tohoto důvodu je důležitý výběr takového dodavatele betonové směsi, který je schopen zajistit nejen odpovídající kvalitu betonu, ale i plynulou dodávku potřebného množství.

OŠETŘENÍ PODLAH

Betonová podlaha vyžaduje stejnou péči jako každá betonová konstrukce, jen musí být provedena obzvláště důkladně s ohledem na malou tloušťku desky. Hlavním požadavkem je zabránění rychlému a nestejnomyšernému vysychání desky, jež způsobuje vznik smršťovacích trhlin. Je třeba zastínit podlahu před slunečním zářením, dle možností omezit účinky větru a průvanu. Pro zabránění vsakování vody do podloží se provádí betonáž na folii, odpařování vody je omezeno alespoň položením folie na pochozí podlahu. Lepší variantou je postřík utěšňujícím postříkem. Tento postřík lze aplikovat na malých plo-

chách nátěrem válečkem, pro větší plochy je vhodné zvolit postřík. Musí být dodrženo optimální dávkování 0,1 až 0,15 l/m², protože při větší vrstvě postříku může dojít k jeho odlupování a tím k poškozování povrchu podlahy. V případě, že betonáž probíhá mimo opláštěnou a zastřešenou halu, je třeba chránit betonovou desku před účinky deště, sněhu a mrazu. Lze však doporučit, aby betonáž venkovních ploch probíhala s ohledem na klimatické poměry a uvážit, zda přesné dodržení harmonogramu vyváží případné pracné a finančně náročné provedení oprav.

Vzhledem k tomu, že průmyslová podlaha není zpravidla provedena až v samém závěru realizace stavby, nelze zabránit provozu na podlaze souvisejícím s prováděním dalších stavebních prací v objektu. Pocházet po podlaze je možné již druhý den. Probíhá však zrání betonu a po dobu minimálně sedmi dnů je nutné maximálně omezit provoz na podlaze. Je nutné pohybovat se na podlaze v čisté obuvi, aby nebyl porušen ochranný nátěr a zrání betonu postupovalo rovnoměrně v celé ploše desky. Obzvláště citlivou částí podlah jsou hrany prořezaných spár. Pokud je nezbytné v hale skladovat další stavební materiál je vhodné natahnout ochrannou folii v celé ploše objektu, aby při částečném zakrytí nedocházelo k nerovnoměrnému zrání podlahové plochy.

Obr. 2 Bednění podlahové desky při betonáži metodou vystřídání pásů
Fig. 2 Formwork erection of the floor slab during concreting using the method of alternating strips





Obr. 3 *Ruční aplikace vsypu na tuhnoucí betonové podlaze*

Fig. 3 *Manual application of the dry penetration surface on the hardening concrete floor*

SPÁRY V BETONOVÝCH PODLAHÁCH

Navržení spár v betonových podlahách je součástí statického návrhu podlahy. Při jejich návrhu je třeba zohlednit požadavky na zatížení, velikost a rozměry ploch, změny průřezu a pracovní postup betonáže.

Spáry dělíme na:

- dilatační
- pracovní
- smršťovací

Dilatační spáry jsou umístěny v místech

Obr. 4 *Leštění podlah dvoukotoučovou a krajovou leštičkou*

Fig. 4 *Finishing floors with a two-disk and edging floor grinder*



objektových dilatačních spár. Jsou vedeny přes celou tloušťku desky, je přerušena veškerá výztuž a v celé tloušťce je spára vyplněna pružným materiálem. Ideální je použití speciálních dilatačních profilů, sloužících zároveň jako ztracené bednění.

Pracovní spáry oddělují místa, kde je přerušena betonáž. Při použití plastových profilů se řeší stejně jako spáry dilatační. Při použití jiného způsobu bednění lze spáru před další betonáží vyřešit např. vložením lepenky, nebo častěji prostou dobetonávkou a následným prořiznutím.

Smršťovací spáry prováděné v podlahové desce zabraňují vzniku smršťovacích trhlin v důsledku hydratačních procesů v betonové konstrukci. Nejčastějším způsobem je jejich prořezání do 48 hodin od dokončení podlahy. Trhliny vyvolané smršťováním betonové podlahy se projevují v takto oslabeném průřezu prasknutím kolmo dolů od provedeného řezu. Řez má nečastěji šířku 4 mm a minimální

hloubku 30 mm. Maximální hloubka řezu je do poloviny tloušťky desky. Takto vytvořené spáry se často nevyplňují a zaplní se při provozu v objektu. Pokud jsou vyplňovány, stává se tak až s výrazným časovým odstupem po dokončení a důkladném vyzrání celé podlahy. Do spodní části je vtlačena vložka z pružného materiálu, horní vrstva je vyplněna trvale pružným tmelem.

Rastr řezání smršťovacích spár se nejčastěji volí 6 x 6 m. Ideální je čtvercový tvar polí. Obdélník může mít poměr stran maximálně v poměru 2 : 1. Při návrhu řezů smršťovacích spár je nutné dodržet návaznost na další konstrukce stavby. Řezy by měly být vedeny v místě sloupů, změny průřezu desky, nebo (nepříliš vhodné) změny podkladu pod podlahovou deskou. Rovněž musí být řezy provedeny kolem sloupů a dalších konstrukcí zasahujících do podlahy.

POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Nášlapné vrstvy průmyslových podlah lze rozdělit na dva druhy. Vsyrové povrchy podlah se aplikují po dokončení betonáže do ještě čerstvého betonu, stěrky různých druhů se zpravidla realizují na již vyzrálou podlahu.

Vsyp na průmyslových podlahách

Využití vsypu na povrchovou úpravu je nejčastějším způsobem pro vytvoření nášlapné vrstvy podlahy (obr. 3). Vsyrové materiály jsou vyrobeny na základě cementového pojiva s různými přídatnými látkami. Nejdůležitější pro aplikaci na různě zatížených podlahách je druh plniva ve vsypu. Základem je křemičitý písek, pro více zatížené podlahy s přídatkem korundu, pro obzvláště zatížené podlahy s přídatkem čediče.

S posypem je možné začít po odpaření povrchové vody a částečném zатуhnutí betonové směsi. Vodu z povrchu betonu lze odstranit i mechanicky stažením latí. Čas aplikace vsypu závisí na klimatických poměrech a na druhu betonové směsi. Nasátím vody z čerstvého betonu vsyp zvlhne a ve chvíli rovnoměrného zvlhnutí lze zahájit leštění podlahy.

Doba od ztuhnutí směsi vibrátory je závislá zejména na teplotě a případném průvanu v objektu. Orientační doba pro zahájení leštění je pět hodin. Při brzkém zahájení leštění je porušen vyrovnaný povrch desky, při pozdním leštění nedojde ke kvalitnímu propojení vsypu s nosnou



Obr. 5 Povrchová úprava venkovního tenisového kurtu

Fig. 5 Surface finishing of an outdoor tennis court

deskou a jeho aplikace nemá požadované vlastnosti. Při pocházení po tuhnutí betonové desce by se měly stopy ve chvíli zahájení aplikace vsypu zabořit do hloubky 3 mm. Přesný čas zahájení leštění fáze může stanovit pouze zkušený pracovník zabývající se leštěním podlahových ploch. Leštění malých ploch je prováděno jednokotoučovými hladíčkami, pro větší je nezbytné použití hladíček pojízdných dvoukotoučových (obr. 4). Zvláštní pozornost je nutné věnovat úpravě povrchu u zdí a v rozích místností.

Ačkoliv jsou podlahové vsypy založené

Obr. 7 Epoxidová podlaha ve zdravotnickém zařízení

Fig. 7 Epoxide floor in a health centre



na cementovém pojivu, není nutno mít podlahu v klasické „betonové“ barvě. Lze použít vsypy jiných barev, například červenou (obr. 5), zelenou nebo žlutou.

Syntetické podlahy

Pro podlahy s vyšším mechanickým nebo chemickým zatížením, popřípadě v prostorech s vyššími vizuálními požadavky jsou používány syntetické podlahy, které jsou zpravidla aplikovány na vyzrálé betony (obr. 6) a jejich použití je mimořádné výhodné při sanaci stávajících podlah. Podkladní beton musí mít dostatečnou pevnost v tlaku a vyčištěný, odmaštěný, případně zdrsňený povrch.

Syntetické podlahy lze v zásadě rozdělit podle druhu použitého pojiva. Nejčastěji používané jsou systémy na základě epoxidových pryskyřic. V menší míře jsou využívány podlahy na bázi akrylátových kopolymerů a polyuretanu. Plnivem jsou kře-



Obr. 6 Aplikace epoxidové podlahy v prostorách zdravotnického zařízení

Fig. 6 Application of the epoxide floor inside a health centre

mičité písky v odpovídajícím granulometrickém složení s možností dalších přísad.

Tyto podlahy mají lepší mechanickou a chemickou odolnost než betonová deska a jejich zatížitelnost je rychlejší než betonová deska. Vhodný poměr jednotlivých složek umožňuje docílit samonivelační schopnosti směsi, druhem použitého plniva lze ovlivnit hrubost povrchu podlahy. Neopominutelnou výhodou syntetických podlah je možnost prakticky neomezeného barevného řešení (obr. 7 a 8).

Ing. Jan Příbyl

Vlastimil Zelený – Start

Horní Město 13, 588 32 Brtnice

tel./fax: 567 216 622, tel.: 777 743 404

e-mail: jan.pribyl@zeleny.cz, www.zeleny.cz

Obr. 8 Epoxidová podlaha s různobarevnými křemičitými písky

Fig. 8 Epoxide floor with multicoloured silicic sands

