

SANACE PODLOŽÍ PODLAH

Ing. Milan Pilný

Soletanche ČR

Ing. Martin Růžička

Soletanche ČR

Consolidation of floor subsoil

The paper is presenting three examples of floor failure induced by weak subsoil. Each of them was solved by different method of rehabilitation. The design and the realization were adapted to the geotechnical conditions, to the type of structure and to the operational requirements of building owners or users.

SANACE PODLOŽÍ PODLAH

U následujících třech různých akcí podobné problematiky - technické nefunkčnosti podlah, hlavně vlivem jejich špatného podloží, jsou dále odděleně pojednány různé metody sanací. Návrh a realizace prací je přizpůsobena geotechnickým podmínkám, konstrukcím a technicko-provozním požadavkům majitelů či provozovatelů objektů.

1. NOVĚ POSTAVENÝ OBJEKT NEDALEKO PLZNĚ

Jedná se o vícepodlažní administrativní budovu s železobetonovým nosným skeletem, který je založen na železobetonových patkách v dostatečné hloubce, mírně svahitého původního rostlého geologického prostředí. Objekt má tři trakty, z nichž nejnižší po svahu má suterénní prostory, ve střední části je v převážném rozsahu dvorní atrium a ve svahu nejvyšší trakt má pouze přízemí, kde jsou podlahy založeny na mohutných násypch.

1.1 Geologické poměry

Nosné patky jsou založeny na dostatečně únosných písčitých až štěrkovitých jílech tuhé až pevné konzistence. Podlahy v suterénech byly založeny též na původním rostlém terénu, včetně vrstvy 100 mm štěrkového podsypu. Podlahy v mezipatře a v přízemí (u horního traktu) byly založeny na hutněných násypch ze zahliněného až hlinitého štěrkopísku o mocnosti až max. 3,50 m.

1.2 Stav porušení

Mohutné násypy pod podlahami nebyly dostatečně zhutněné, někde byly rozvolněné a zvodnělé a na některých místech byly pod podlahami i dutiny velikosti 50-100 mm. Postupně docházelo k deformacím až k porušení podlah.

Poznámka: dostatečnému zhutnění násypů bránily jednak okolní konstrukce vnějších stěn k níže položenému atriu a přiléhající hale (nebyly dimenzované jako opěrné stěny na tlaky od hutnění) a jednak též ležaté větve kanalizace, které byly mělce položeny v rostlém terénu, pravděpodobně bez vlastního zasypání, před realizací násypů.

1.3 Navržené řešení a realizace prací

V úvodu je nutné připomenout, že veškeré práce probíhaly za pouze částečného omezení provozu v budově.

Sanace násypů mocnosti 2,5 až 3,5 m pod přízemními podlahami části administrativního objektu byly řešeny **konsolidačními injektážemi**, zavázanými do původního rostlého terénu. Do svislých vrtů v půdorysném rastru 1,1x1,1m byly do zálivky osazovány manžetové PVC trubky s manžetami à 500 mm. Injektovalo se vzestupně po etážích a většinou ve dvou fázích jílocementovou suspenzí. Postupy a rychlost injektování bylo nutné korigovat v závislosti na souvisejících okolnostech – přiléhajících konstrukcích zdí, kanalizačních rozvodech, spotřebách a únicích směsi při injektování a dle případných deformací zajišťovaných podlah.

1.4 Výsledky sanačních prací

Celkem bylo sanováno prostředí pod 450 m² podlah, bylo použito 370 svislých vrtů a spotřebovalo se 260 m³ injekční jílocementové suspenze.

Před a po realizaci sanačních prací byly uskutečněny vždy 4 penetrační zkoušky dynamickou penetrací. Z výsledků bylo patrné, že vlivem konsolidačních injektáží došlo k vyplnění všech volných prostor, ke zvýšení homogenity násypů a že proinjektované násypy nyní odpovídají zeminám ulehlým až velmi ulehlým, tuhé až pevné konzistence.

2. PŘEDVÁDĚCÍ A PRODEJNÍ AUTOSALON V PRAZE

Jednolodní lehká hala autosalonu o půdorysu 15x38 m, včetně administrativního centra je postavena v mírně svažitém terénu. Z 1/4 své délky zasahuje hala do výkopu a ze 3/4 je v násypu mocnosti od 0,00 m do 1,50 m. Sloupy, obvodové zdivo a samonosné železobetonové podlahy byly založeny v dostatečné hloubce původního geologického prostředí na obvodových a příčných základových pasech. Pouze ve střední části, ve dvou oddílových polích 2 x 5,4x15,0 m, kde je podlaha již na násypu, byly příčné základové pasy kupodivu vynechány.

2.1 Stav porušení

V místech vynechaných příčných základových pasů byla samotná podlaha dimenzována jako v jiných místech haly. Dokonce se někde při vrtání zjistila i menší tloušťka nosné konstrukce podlahy. Toto, při větším rozpětí (šíře haly 15 m), a nedostatečně zhutněný, respektive sedlý násyp způsobilo, že došlo k porušení (prasknutí) konstrukce podlahy, včetně sednutí broušené kamenné dlažby v rozsahu do 20 mm.

2.2 Podmínky objednatele a provozovatele autosalonu

Podmínkou provozovatele bylo zachování normálního provozu prodejního autosalonu ve všedních dnech. Po výběru nejvhodnější sanační metody, realizované ze stávající prosedlé podlahy, bylo nutné práce uskutečňovat pouze o víkendech.

Pokaždé v pátek večer se vystavované automobily přesunuly ze sanované oblasti do sousedících míst v hale, kde nebyla podlaha porušena, a současně se zahájilo s přípravou pracoviště. Pracovalo se v nepřetržitém provozu až do pondělního rána, kdy musel být autosalon dokonale vyčištěn a opět předán provozovateli k běžnému provozu autosalonu. Celkem se sanační práce uskutečnily v pěti víkendech.

2.3 Navržené řešení a realizace prací

S ohledem k daným podmínkám časovým a dispozičním, stavu a rozsahu porušení podlah byla zvolena nejcitlivější sanační metoda **klasických injektáží** jílocementovou suspenzí o min. pevnosti v prostém tlaku 1,3 MPa/28 dnů. Při injektování se průběžně měřily změny

deformací povrchu kamenné dlažby podlahy laserovým paprskem a dlouhou nivelační latí. Nebylo nutné řešit proinjektování celé vrstvy násypu v podloží – násyp byl již z velké části konsolidovaný. Zaměřili jsme se ale na dokonalé vyplnění všech dutin v pokleslých vrstvách podlahy a pod podlahou a na nejbližší kontakt pod podlahou – na vylepšení geofyzikálních parametrů horní vrstvy násypu. Současně jsme se snažili o vyrovnání pokleslých částí podlahy.

Sanační injektáže byly navrženy realizovat z vrtů Ø 46 mm. Ty se vrtaly svise pažnicovou diamantovou korunkou za pomoci vodního výplachu, byly délek 500 mm a v půdorysném rastru 2x2 m. Při vrtání došlo k porušení vždy pouze jedné dlaždice a pořádek na pracovišti byl udržován vysocefunkčním vysavačem.

Při vrtání byla vždy ověřena skladba vrstev podlahy. Objevily se většinou propady (až 150 mm, nebo i 2 menší propady u jednoho vrtu), nebo silně rozvolněný písek (citace dle vrtaře), anebo později byla zastižena již jílocementová vrstva, po vyplnění dutiny z předchozího sousedního vrtu.

Půdorysně rozvržené vrty byly rozděleny na postupných 5 pořadí k injektování A až E. Injektování bylo zahájeno z vrtů pořadí A, v souladu s projektem. Jednoduchý mechanický obturátor jsme upínali v úrovni betonové desky podlahy. V začátcích injektování byly vyplňovány zastižené volné dutiny, a proto převažovalo pro ukončení 1.fáze injektování kritérium limitující spotřebu. Docházelo též k propojování do připravených volných vrtů (v počátcích i na vzdálenost až 8 metrů) připravených k následné injektáži. Ty se uzavřely osazeným obturátorem a následně se potom přednostně doinjektovaly.

U následných fází již injektovaných vrtů a na vrtech dalších pořadí C až E postupně začínaly převažovat pro ukončování injektování kritéria tlaku (většinou 50 kPa) a nebo deformace podlahy (nadzvednutí), stanovená pro každý vrt individuálně dle zjištěné deformace podlahy.

Všechny práce byly průběžně vyhodnocovány a dle předchozích výsledků byl na každý následný pracovní víkend přesně stanoven postup prací a kritéria pro ukončování injektování na každém vrtu. Z důvodu přesnějšího vyrovnání pokleslé podlahy bylo dohodnuto s provozovatelem autosalonu rozšíření zakázky – zahuštění o 10 vrtů u sanovaných dvou polí šíře 5,4 m a o dorovnání i sousedícího pole injektáží ze 7 vrtů. Sanační práce tím byly i časově rozšířeny o 5 směn dalšího víkendu.

Po dokončení injektáže na vrtu, byl obturátor z vrtu cca za 24 hodin demontován. Následně byl vrt vyčištěn a v úrovni do -150 mm byl vyplněn těsnicí pěnou. Ústí vrtů bylo opatřeno hutnou cementovou maltou s centricky osazeným, původně vyvrtaným kroužkem dlaždičky.

2.4 Výsledky sanačních prací

Celkem bylo k injektování využito 52 vrtů a spotřebovalo se 26 475 litrů jílocementové suspenze.

V souladu s dohodou provozovatele autosalonu jsme docílili, že všechny propadlé oblasti v hale jsme dostali do kladných hodnot deformací (od nuly do +24 mm). To znamená, že jsme konstrukci podlahy částečně předeplnili, a ponechali i možnost na případné možné zpětné dotvoření podlahy a násypu pod podlahou. Docílené kladné deformace byly po ploše natolik rovnoměrné, že při visuelní (na dlažbě i na spárování) ani pochozí kontrole nebyly poznatelné.

Závěrem je nutné poznamenat, že se jednalo o stavební sanační práce, ale jejich realizace spíše připomínala přesné strojařské postupy. Pracovníci reagovali na každou detailní změnu u sanované podlahy a přitom vše probíhalo, pro nás stavaře, za velmi přísných a neobvyklých podmínek provozovatele autosalonu.

3. STŘEDNĚ TĚŽKÁ PROVOZNÍ HALA VE VÝCHODNÍCH ČECHÁCH

Změnou majitele došlo i ke změně výroby a výrobního zařízení v provozní hale. Původní betonové podlahy tloušťky 400 mm vyztužené ocelovou sítí nebyly pro nově požadované provozní zatížení 50 kN/m^2 dostatečně únosné. Zejména těsné podloží podlah bylo velmi nevhodné – málo ulehlé a různorodé navážky.

3.1 Geologické poměry

0,00 m – 0,40 m konstrukce betonové podlahy

0,40 m – 1,10 m navážky – polohy škváry s popelem a stavebního rumu s hlinitým pískem.
Ulehlost navážky byla nízká až střední

1,10 m – 2,70 m jíly hnědé, prachovité, středně plastické, tuhé

3.2 Navržené řešení a realizace prací

Zvýšení únosnosti stávající betonové podlahy bylo řešeno metodou **tryskové injektáže** (TI). V půdorysném rastru $1,8 \times 2,5 \text{ m}$ až $2,5 \times 2,5 \text{ m}$ byly navrženy svislé sloupy TI. V místech pro nově instalované strojní zařízení byly sloupy, dle hmotnosti strojů, zahuštěny. Sloupy TI jednak vylepšovaly kvalitu navážek a jednak podporovaly betonovou podlahu dle výše uvedeného rozmístění - paty sloupů TI byly vetknuty do podložních tuhých jílu.

Všechny práce probíhaly ze stávajících podlah. Betonové konstrukce podlah byly v předstihu vrtány nárazově ponorným kladivem. Další části vrtů byly realizovány za podpory vzduchového výplachu. Rozhodující pro délku vrtů, respektive sloupů TI bylo vetknutí sloupů na délku 0,8 až 1,2 m v tuhých jílech. Dle projektu byly požadovány sloupy $\varnothing 500\text{-}600 \text{ mm}$ o min. prosté pevnosti 3,0 MPa. Pro tryskání byla použita cementová směs C/V=1,2/1, o objemové hmotnosti 1,58 kg/l. Postup vrtání a tryskání sloupů byl v obou směrech vždy ob jeden, tzn. že sousedící sloupy mohly být tryskány nejdříve po 24 hodinách po realizaci sousedního sloupu.

V projektu byla stanovena, velmi přísně pro danou technologii sanačních prací, max. přípustná deformace (zdvih) podlahy 3 mm. Proto bylo nutné postupovat při tryskání velmi obezřetně – předvrty v konstrukci podlahy musely mít dostatečný profil (155-175 mm), aby nemohlo docházet k ucpávání vrtu, bylo nutné průběžně sledovat deformace podlahy a používat většinou snížený tlak při tryskání.

3.3 Výsledky prací

Celkem byla zvýšena únosnost 60×30 metrů plochy podlah pomocí 374 sloupů TI. Ze všech odebraných a zkoušených kontrolních vzorků promísené vyplavované směsi (při tryskání) byla ověřena pevnost vždy vyšší než požadované 3 MPa. Z rozdílu výsledků nivelačního měření před zahájením a po ukončení sanačních prací bylo dokladováno, že deformace podlahy, vlivem sanačních prací, v žádném místě nepřesáhla stanovené 3 mm.