

# UTESNENIE LÍNIOVÝCH A PLOŠNÝCH PRIESAKOV VODY Z VNÚTORNÉHO POVRCHU PODZEMNÝCH GARÁŽÍ

Juraj Bilčík, Július Šoltész

Pri prehliadkach podzemných garáží sa často zisťujú líniové a plošné priesaky vody. Najčastejšou príčinou priesakov sú chyby povrchovej hydroizolácie alebo netesné škáry a trhliny. V článku sa uvádzajú technológie a materiály na dodatočné utesnenie plošných priesakov cez podzemné obvodové steny a líniových priesakov cez pracovné a dilatačné škáry v stenách a základových doskách. (Tento príspevek navazuje na článok Sekundárna ochrana pozemných plôch hromadných podzemných garáží uvedený v *Betonu* 1/2021 – pozn. red.)

## SEALING OF A LINEAR AND AREA SEEPAGE OF WATER FROM INNER SURFACES OF UNDERGROUND GARAGES

Linear and area seepage of water are often found during inspections of underground parking garages. The most common causes of such leaks are defective waterproofing layers or leaky joints and cracks. The article shows technologies and materials for an additional sealing of area seepage through underground perimeter walls and an additional linear leaks through construction and expansion joints in walls and foundation slabs. (This article follows up on the article *Secondary protection of floor slabs of underground parking garages published in Beton 1/2021, note. ed.*)

Podľa údajov Ústredných automobilových klubov v SR i ČR celkový počet evidovaných vozidiel v oboch krajinách kontinuálne narastá. Táto skutočnosť vyvoláva najmä v intraviláne miest problémy s dynamickou a statickou dopravou. Hromadné podzemné garáže sú štandardným a efektívnym riešením problematiky statickej dopravy.

Hromadné podzemné garáže sú často založené pod úrovňou podzemnej alebo vzdúvajúcej priesakovej vody, resp. porušenej dažďovej alebo splaškovej kanalizácie. Vodonepriepustnosť základovej vane zabezpečuje buď povrchová hydroizolácia, alebo vodonepriepustná betónová konštrukcia (biela vaňa). Nie je žiadnym tajomstvom, že v praxi nie je ťažké nájsť základové vane s priesakom vody. V prvom prípade sú príčinou priesakov chyby povrchovej hydroizolácie, v druhom prípade netesné škáry, trhliny alebo štrkové hniezda. Priesak vody v garážach je nežiadúci z viacerých dôvodov:

- presakujúca voda zvyšuje vlhkosť vzduchu v garáži, čo v súvislosti so zvýšenou koncentráciou CO<sub>2</sub> a prítomnosťou chloridov vytvára podmienky pre akcelerovanú koróziu výstuže v betóne a parkujúcich áut,
- v stenách a stĺpoch stúpa voda kapilárnou vztlakovosťou. Prejavuje sa charakteristickými mapami, kde sa hromadia soli v kryštalickej podobe. Sprievodným javom je odpadávanie omietky a obkladov stien a stĺpov,
- presakujúca a zavlečená voda môžu

vytvárať na podlahe kaluže a obmedzovať používateľnosť garáže.

Návrh postupu na utesnenie priesakov v podzemnej garáži by mal vychádzať z diagnostiky, ktorá by mala poskytnúť nasledovné informácie:

- základné údaje o konštrukcii a prostredí garáže (hladina podzemnej vody, typ izolácie, chyby a poruchy a pod.),
- príčiny, poloha a rozsah plošných a líniových priesakov (trhliny, štrkové hniezda, škáry a pod.),
- prípadne história opráv (dátum opravy, použité metódy a materiály).

Podľa povahy, resp. vizuálnych prejavov možno priesaky podzemných konštrukcií deliť na:

- plošné priesaky (pórovitý betón, štrkové hniezda a pod.),
- presakujúce trhliny,
- presakujúce pracovné a dilatačné škáry.

Uvedené typy priesakov platia ako pre vodonepriepustné betónové konštrukcie, tak aj pre konštrukcie s plošnou hydroizoláciou. Priesaky vo vodonepriepustnom betóne sa dajú ľahšie lokalizovať a opraviť.

V podzemných garážach sa vyskytuje vyššia relatívna vlhkosť vzduchu a vyššia koncentrácia oxidu uhličitého CO<sub>2</sub> (XC3 – stredne mokré, vlhké prostredie). Chloridy Cl<sup>-</sup> (XD3 – striedavo mokré a suché prostredie) zavlečené do garáže vozidlami z chemických rozmrazovacích látok pri zimnej údržbe ciest

môžu akcelerovať koróziu výstuže novej konštrukcie a dilatačných zariadení. Zabezpečenie vodonepriepustnosti podzemných garáží nemožno podceňovať, nakoľko sa to môže prejavovať vyššími nákladmi na ich údržbu, používateľnosť a trvanlivosť.

Pokiaľ sú podzemné priestory z vonkajšieho povrchu ťažko prístupné, je možné ich dodatočne utesniť z vnútorného povrchu, aj napriek problémom, ktoré toto riešenie prináša.

## Utesnenie plošných priesakov podzemných obvodových stien

Plošné priesaky vody cez obvodové steny s hydroizoláciou (obr. 1) vznikajú nevhodnou alebo porušenou hydroizoláciou; pre steny z vodonepriepustného betónu dochádza k priesakom v mieste štrkových hniezd, deliacich trhlín či netesných škár.

Na dodatočné utesnenie plošných priesakov sa odporúčajú tieto metódy:

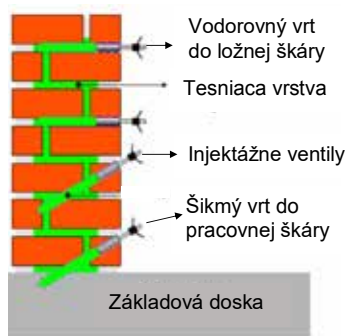
- rastrová (objemová) injektáž betónu alebo muriva konštrukcie,
- clonová injektáž – za rub konštrukcie,
- plošná sekundárna kryštalizácia nátermi alebo stierkami.

## Utesnenie steny rastrovou injektážou

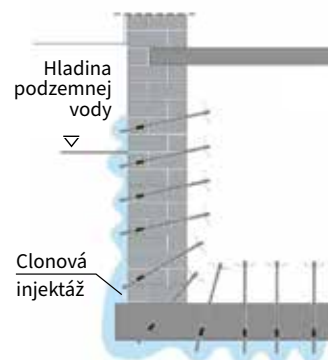
Na dodatočné utesnenie plošných a líniových priesakov obvodových konštrukcií podzemných garáží sa osvedčili viaceré injektážne metódy.



1



2



3

Injektáž betónu, ktorá je uvedená v STN EN 1504-5 [1], sa používa aj na dosiahnutie vodonepriepustnosti betónu.

Pri rastrovej injektáži (obr. 2) sa tesniaci materiál injektuje do betónu alebo muriva konštrukcie, čím vznikne plošná tesniaca vrstva proti priesaku vonkajšej tlakovej podzemnej vody alebo zemnej vlhkosti.

Injektážne výrobky sa injektujú do betónu alebo muriva cez navŕtané otvory s osadenými injektážnymi ventilmi. Osové vzdialenosti a hĺbka vrtov závisia na vlastnostiach nosného staviva (napr. škár v murive, resp. štruktúry pórov v betóne) a injektážneho výrobku. Injektáž prebieha v režime nízkotlakovej injektáže (< 2 MPa) alebo vysokotlakovej injektáže (> 2 MPa).

V závislosti od viacerých parametrov sa na utesnenie obvodových stien používajú:

- minerálne výrobky na báze bentonitu, silikátov alebo cementu,
- polyméry na báze vlhkosťnej kompatibility, najmä polyuretánové živice alebo hydrogély.

Viskozita injektážnych výrobkov sa prispôsobuje vlastnostiam betónu (muriva) a veľkosti tlaku.

### Utesnenie steny a základovej dosky hydrogélou clonovou injektážou

Pri clonovej injektáži (obr. 3) sa úplne prevíra konštrukcia, osadia ventily a následne injektuje nízkoviskóznym akrylátovým hydrogélom za rub konštrukcie. Metóda sa v posledných rokoch uplatňuje aj na dodatočné utesnenie murovaných a betónových stien a základových dosiek.

Injektážne ventily (pakre) sa osadzujú šachovnicovito s rastrom od 300 mm pre málo priepustné až do 500 mm pre priepustné zeminy. Zo zväčšovaním

1 Plošný priesak podzemnej vody cez obvodovú stenu podzemnej garáže 2 Princíp rastrovej injektáže steny 3 Princíp clonovej injektáže steny a základovej dosky [2]

1 Area seepage of groundwater through the perimeter wall of an underground garage 2 The principle of a wall injection in a grid pattern 3 The principle of curtain-type of injection of a wall and a foundation slab [2]

vzdialenosti injektážnych ventilov rastie spotreba gélu, na druhej strane klesajú náklady na vŕtanie. Platí princíp, že pri sťaženom vŕtaní konštrukcie (veľká pevnosť a hrúbka betónovej steny alebo základovej dosky) sa uprednostňuje väčšia osová vzdialenosť vrtov, kým pri malej hrúbke alebo pevnosti betónu je výhodnejšia menšia vzdialenosť vrtov (nižšia spotreba gélu). Aby sa dosiahlo účinné utesnenie konštrukcie, opakuje sa injektáž dva- alebo trikrát. Pri clonovej injektáži, v závislosti od pórovitosti zeminy, treba uvažovať so spotrebou 10 až 15 l/m<sup>2</sup> injektážnej zmesi. Skutočná spotreba materiálu sa určí po skúšobnej injektáži priamo na stavbe [2].

Pre clonovú injektáž rubovej plochy boli vyvinuté viaczožkové akrylátové hydrogély s extrémne nízkou viskozitou (2,5 až 5 mPas), dobrou príľnavosťou k silikátovým podkladom, veľkou prietlačnosťou a schopnosťou napučievania vo vlhkom prostredí. Schopnosť napučievania je až 60 %. Pri vysychaní môže vytvrdnutý gél uvoľniť vodu, tento proces je reverzibilný. Zemná vlhkosť vytvára podmienky pre dlhodobú stabilitu tvaru a pružnosť gélu.

Pri zhotovovaní clonovej injektáže je dôležité, aby hydrogél pomaly laminárne prúdil do zeminy. Nekontrolované turbulencie počas injektovania môžu viesť k premiešaniu podzemnej vody a gélu, čím dochádza k značnému zhoršeniu vlastností zreagovaného gélu. Vplyv základovej zeminy na šírenie hydrogélu sa dá kvalitatívne vyjadriť Reynoldsovým číslom ( $Re$ ). Rovnica (1) platí pre prúdenie v potrubí, v zásade je však možné ju uplatniť aj pre prúdenie v injektovateľných zeminách. Vzhľadom

na nerovnomernú pórovú štruktúru injektovanej zeminy nedochádza k náhlemu prechodu medzi laminárnym a turbulentným prúdením, ale sa vytvorí prechodná oblasť s narastajúcou turbulenciou.

Reynoldsovo číslo pri prúdení tekutiny sa vypočíta z rovnice

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}, \quad (1)$$

kde  $v$  je rýchlosť prúdenia [m/s],  $d$  priemer pórového kanálíka [m] a  $\nu$  kinematická viskozita tekutiny [m<sup>2</sup>/s].

Podľa hodnoty  $Re$  možno rozlíšiť povahu toku. Hodnota  $Re$ , pri ktorej nastáva prechod z laminárneho do turbulentného prúdenia, sa nazýva kritické Reynoldsovo číslo, jeho hodnota sa väčšinou stanovuje experimentálne pre konkrétne podmienky. Pre hodnoty  $Re \leq 2320$  je možné predpokladať laminárne prúdenie, pre  $Re > 2320$  turbulentné prúdenie [3]. Podmienky pre laminárne prúdenie injektážneho hydrogélu v zemine je možné teoreticky dosiahnuť, ak je:

- rýchlosť prúdenia pod kritickou hodnotou: obmedzí sa objem prúdenia a maximálna spotreba hydrogélu,
- malý priemer pórov: pri aplikácii hydrogélu do veľkých pórových kanálikov (napr. hrubý štrk) dochádza k premiešaniu gélu a vody, čo bráni tvorbe gélovej clony,
- veľká viskozita hydrogélu: znižuje hodnotu  $Re$ , t. j. vytvára podmienky pre laminárne prúdenie, na druhej strane môže vyvolať potrebu zvýšenia injektážneho tlaku v málo priepustných zeminách.

Použitie clonovej injektáže a hydrogélov na dodatočné utesnenie podzemných garáží umožňujú z vnútorného povrchu utesniť aj tzv. „beznaďejné“ prípady. Nevyhnutnými podmienkami úspechu sú použitie osvedčeného akrylátového gélu a zhotoviteľ so skúsenosťami s clonovou injektážou a pozitívnymi referenciami.

### Utesnenie steny od vzliňajúcej vlhkosti

Vzliňajúca vlhkosť je zapríčinená vlhkosťou stúpajúcou zo zeme alebo z vlhkej základovej dosky (pásu). Vlhkosť stúpa v stene cez kapilárny pórový systém v betóne alebo murive v závislosti od veľkosti pórov a priepustnosti pokrytia steny (obr. 4). Typické znaky vzliňajúcej vlhkosti sú:

- vlhkosť do výšky maximálne 1,5 m od zeme (v prípade nepriepustného pokrytia steny aj viac),
- odpadávanie omietky a obkladov zo stien a stĺpov,
- tvorba solného pásu.

V praxi sa používajú rôzne technológie brániace vzliňaniu vlhkosti, ktoré je možné rozdeliť do štyroch základných metód [6]:

#### • mechanické bariéry

Vloženie mechanickej bariéry je známe aj ako podrezávanie muriva. Chýbajúcu hydroizoláciu nahrádzajú asfaltované alebo PVC pásy, resp. špeciálne profilované plechy, ktoré sa vkladajú do ložných škár muriva na celý prierez steny. Metóda je veľmi účinná, pri staršom murive treba zvážiť mechanickú pevnosť materiálu a tým aj statiku steny.

#### • injektáž steny

Metóda je založená na injektáži betónu alebo muriva materiálom, ktorý reaguje s vodou, viaže ju a tým vytvára izolačnú bariéru zabraňujúcu prenikaniu vlhkosti. Injektážne diery sa vrtajú v rastrí 100 až 250 mm do 2/3 hrúbky steny. Na injektážnu hydroizoláciu sa osvedčili polyuretánové polyméry a akrylátové gély. Polyuretánové a akrylátové materiály majú vysokú ťažnosť, preto nachádzajú široké uplatnenie. (obr. 5)

#### • sanačné omietky

Sanačné odvlhčovacie omietky sa používajú v kombinácii s vyššie uvedenými metódami, resp. samostatne. Z muriva odvádzajú zvyškovú vlh-

kosť, čím ho vysušujú. Odparovanie vlhkosti je vďaka mikropórom rýchle, pričom omietka zostáva suchá. Dostupné sú jedno- alebo viacvrstvové systémy.

#### • neinvazívne metódy

Bez väčších stavebných zásahov je možné vlhké murivo vysušiť napr. zohrievaním na báze elektrofyzikálnych princípov, ako napr. elektroosmózu. Elektrofyzikálne metódy sú založené na vytvorení elektrického poľa, ktoré obráti kapilárne prúdenie opačným smerom, takže dochádza k vytlačaniu vlhkosti z muriva. Tento proces prebieha iba v prítomnosti vhodného elektrického poľa, t. j. vyžaduje prívod elektrického prúdu počas celej doby vysušovania. Účinnosť metódy však býva spochybňovaná.

### Utesnenie betónovej steny sekundárnou kryštalizáciou

Kryštalizačné hydroizolačné systémy sú jednou z alternatív, najmä pre plošné utesnenie betónových konštrukcií. Na dodatočné plošné utesnenie pórovitého (presakujúceho) betónu sa používajú nátery (nástreky) alebo stierky na báze sekundárnej kryštalizácie. Pro-

striedky sekundárnej kryštalizácie sú po chemickej stránke charakterizované ako zmes portlandského cementu, jemných filerov a aktívnych chemikálií [7]. Aplikujú sa na vysokotlakovým vodným lúčom alebo pieskovaním očistený a zvlhčený povrch betónu, čím sa otvorí pórová štruktúra betónu. Výhodou tejto technológie, v porovnaní s injektážami, je predovšetkým jednoduchá, prístrojovo nenáročná aplikácia. Betón je vyplňaný primárne C-S-H fázou, ktorá je s ním fyzikálne a chemicky kompatibilná.

Kryštalizačný náter alebo stierka vyvolávajú krátko po aplikácii na betónový povrch v pórovom systéme betónu dodatočný kryštalizačný proces, čím dôjde k zaplneniu väčšiny kapilárne aktívnych pórov (priemer  $10^{-7}$  až  $10^{-4}$  m) betónu rastom ihličkovitých kryštalických novotvarov s priemerom 1 až 4  $\mu\text{m}$  a dĺžkou 20 až 25  $\mu\text{m}$  z povrchu do hĺbky betónu. Nevyhnutnou podmienkou tohto procesu je prítomnosť vody v kapilárnych póroch betónu po určitú minimálnu dobu, ktorá je potrebná, aby dodatočná kryštalizácia prebehla v dostatočnom rozsahu. Výsledky experimentov [8] preukázali hĺb-

#### Literatúra:

- [1] STN EN 1504-5. *Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 5: Injektáž betónu*. 2013.
- [2] *Kerasan* [online]. Info: V7.1/2. Kerasan Mauerwerksanierungs GmbH. Dostupné z: [kerasan.at](http://kerasan.at)
- [3] *Vysušovanie muriva: Injektážne metódy* [online]. Hydrobeton, s.r.o. Dostupné z: [hydrobeton.sk](http://hydrobeton.sk)
- [4] RUDOLPH, M., HORNIK, U. Nachträgliche Abdichtung von Betonbauwerken durch Gelinjektion. *Beton- und Stahlbetonbau*. 2010, 105. Jahrgang, Heft 7, s. 579–589. DOI:10.1002/best.201000047.
- [5] Aké sú príčiny vlhnutia muriva a ako ich odstrániť? *Urob si sám* [online]. 26. 4. 2021. Dostupné z: [urobisam.zoznam.sk](http://urobisam.zoznam.sk)
- [6] *Ošetrovanie staveb* [online]. Axall s.r.o. Dostupné z: [osetreniestavieb.sk](http://osetreniestavieb.sk)
- [7] PUMPR, V., DOHNÁLEK, J. Opravy a obnova vodotesnosti železobetonových konštrukcií. *Beton TKS*. 2010, roč. 10, č. 3, s. 20–24.
- [8] PAZDERKA, J. Účinnosť sanačných postupov založených na kryštalizačných materiáloch. *Beton TKS*. 2009, roč. 9, č. 2, s. 16–19.
- [9] GRAEVE, H. Injektáž trhlín a dutín v betóne – Časť 2: Výber a použitie injektážnych materiálov. *Beton TKS*. 2009, roč. 9, č. 4, s. 58–62.
- [10] HOHMANN, R. Nachträgliche Abdichtung undichter Fugen. *Beton- und Stahlbetonbau*. 2006, 101. Jahrgang, Heft 12, s. 950–964.
- [11] ZÁHRADNICKÝ, J. Vodetěsné dilatace DEFLEX – nejkvalitnější dilatace pro české a slovenské stavebnictví. *Stavební a investorské noviny* [online]. 19. 3. 2014. Dostupné z: [tvstav.cz](http://tvstav.cz)

#### 4 Vzliňanie vlhkosti v stene 5 Injektáž muriva polymérnym gélom [4]

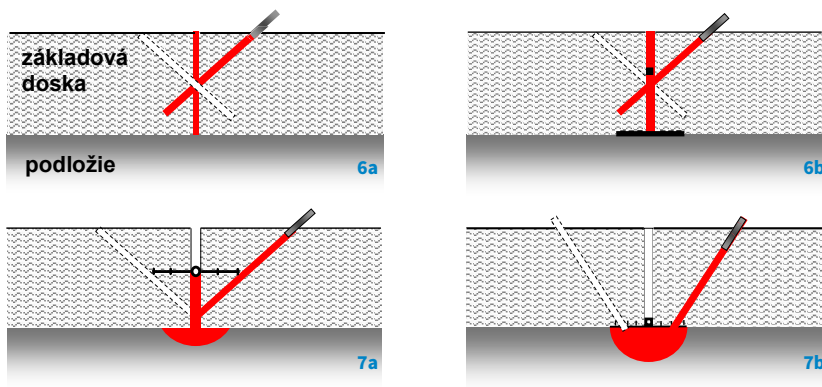
4 Rising damp in a wall 5 Injection of masonry with a polymer gel [4]



4



5



6 Dodatočné tesnenie a) trhliny, b) pracovnej škáry v základovej doske injektážou [9] 7 Dodatočné tesnenie dilatačnej škáry a) pod vnútorný pás, b) pod vonkajší pás v základovej doske clonovou injektážou [9] 8 Podhľad presakujúcej dilatácie stropu 9 Rez vodotesným dilatačným zariadením pojazdného stropu [10]

6 Additional sealing of a) a crack, b) a construction joint in a foundation slab by injection [9] 7 Additional sealing of an expansion joint: a) under the inner strip, b) under the outer strip of a foundation slab by the curtain injection [9] 8 Soffit of a leaking floor expansion joint 9 Section through a watertight floor expansion joint of a trafficked ceiling [10]



8



9

kový účinok kryštalizačného náteru, t. j. jeho schopnosť zmeniť charakter pórového systému v betóne do hĺbky rádo-vo niekoľko desiatok milimetrov pod povrchom a tým výrazne znížiť jeho priepustnosť pre vodu.

Technologický postup aplikácie kryštalizačného náteru zahrňuje tri fázy: príprava podkladu, aplikácia náteru a fáza ošetrovania, ktorá je pre výsledný hydroizolačný účinok kľúčová. V rámci prípravy betónového povrchu konštrukcie zaťaženej prenikajúcou vlhkosťou nie je treba pred aplikáciou náteru konštrukciu vysušovať. Postup aplikácie je podrobne opísaný v technických listoch výrobcov kryštalizačných materiálov.

### Utesnenie pracovných a dilatačných škár

V betónových konštrukciách sa vytvárajú pracovné, dilatačné alebo rozdeľovacie škáry. Predstavujú slabé miesto konštrukcie, a ak nie sú dobre navrhnuté alebo zhotovené, stávajú sa často zdrojom porúch. Steny a základové dosky podzemných garáží sa nachádzajú vo vlhkosťne a tepelne vyrovnanom prostredí, takže dilatačné škáry väčšinou nie sú potrebné.

Na dodatočné utesnenie presakujúcich pracovných škár a trhlín sa najčastejšie používa injektáž betónu polyuretánovými živcami. Ak je pri utesňovaní nevytvrdený injektážny materiál vyplavovaný tlakovou vodou, je potrebné jeho rýchle vytvrdenie, príp.

aj v kombinácii s opatreniami na zníženie tlaku vody. K dočasnému zastaveniu priesaku vody sa môžu použiť rýchlo peniace živice na rovnakej materiálnej báze (SPUR) [9]. (obr. 6)

Na dodatočné utesnenie dilatačných škár sa v praxi používajú akrylátové gély, ktoré v styku s vlhkosťou zväčšujú objem a zachovávajú pružnosť. V železobetónových konštrukciách sa používajú, ak nehrozí korózia výstuže. Výhodné je preto vytvorenie gélovej clony mimo betónový prvok. Injektuje sa do miest pod vnútorný, resp. vonkajší tesniaci pás až do podlažia. Týmto spôsobom sa zabezpečí, že aj v prípade ďalšieho sadania základovej dosky bude dilatačná škára utesnená gélovou clonou. Zemná vlhkosť vytvára podmienky pre stabilný tvar a pružnosť gélu. (obr. 7)

Dilatačné zariadenia stropov a základových dosiek podzemných garáží musia byť vodotesné, aby v stropoch zabránili priesakom vozidlami zavlečenej vody a v základových doskách priesakom podzemnej vody (obr. 8 a 9).

Pri výbere dilatačného zariadenia na pojazdný strop treba zohľadniť viaceré parametre ako napr. veľkosť dilatačnej škáry a jej zmeny, zaťažiteľnosť a životnosť dilatácie. Výber a osadenie dilatácie sa odporúča konzultovať s výrobcom a treba rešpektovať technické listy.

### Záver

Dôležitou úlohou pri prevádzke podzemných garáží sú pravidelné pre-

hliadky zamerané na obmedzenie prístupu vozidlami zavlečenej a presakujúcej podzemnej vody. Vysoká vlhkosť, vyššia koncentrácia CO<sub>2</sub> a prítomnosť chloridov predstavujú zvýšené riziko korózie oceleovej betonárskej výstuže, čo môže výrazne obmedziť životnosť garáží. V predloženom príspevku sa uvádzajú viaceré možnosti dodatočného utesnenia stien a základových dosiek z vnútornej strany podzemných garáží. Aplikácie sofistikovaných technológií (napr. clonová injektáž) a materiálov (napr. hydrogély) umožňujú účinné a trvanlivé utesnenie podzemných konštrukcií z vnútorného povrchu aj pri tzv. „beznádejných“ prípadoch.

Podobne ako pri všetkých sanačných prácach aj pri utesňovaní podzemných konštrukcií je pre účinnosť a trvanlivosť utesnenia dôležitá odborná diagnostika, voľba vhodnej technológie a materiálov i kvalifikácia a skúsenosť zhotoviteľa.

*Tento príspevok vznikol za podpory výskumného projektu VEGA č. 1/0645/20 Navrhovanie a zosilňovanie betónových konštrukcií na trvanlivosť a Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-17-0204.*



prof. Ing. Juraj Bilčík, PhD.  
Stavebná fakulta STU Bratislava  
Katedra betónových konštrukcií  
a mostov  
juraj.bilcik@stuba.sk



doc. Ing. Július Šoltész, PhD.  
Stavebná fakulta STU Bratislava  
Katedra betónových konštrukcií  
a mostov  
julius.soltesz@stuba.sk