

Ochrana staveb proti agresivnímu prostředí a bludným proudům

ČESKÁ KOMORA AUTORIZOVANÝCH INŽENÝRŮ A TECHNIKŮ ČINNÝCH VE VÝSTAVBĚ

Rada pro podporu rozvoje profese ČKAIT

Autor: Ing. Josef Polák, CSc.

ČÁST 13 VLIV BLUDNÝCH PROUDŮ NA ÚLOŽNÉ KONSTRUKCE

OBSAH

13 DOPORUČENÝ POSTUP PŘI NÁVRHU OCHRANY STAVBY PROTI BLUDNÝM PROUDŮM – TECHNICKÁ ZPRÁVA

1	ÚVOD.....	1
2	KOROZE AGRESIVITOU HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ A ZPŮSOBY OCHRANY OCELOVÝCH KONSTRUKCI ..	1
3	KOROZE BLUDNÝMI PROUDY, ZDROJE V ČR A JEJICH ŠÍŘENÍ.....	2
4	KOROZNÍ SITUACE KOVŮVÝCH A ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ ULOŽENÝCH V ZEMI	4
4.1	CHARAKTERISTIKA ZDROJŮ BLUDNÝCH PROUDŮ NA ÚZEMÍ HL. M. PRAHY.....	4
4.2	ŠÍŘENÍ BLUDNÝCH A INTERFERENCEČNÍCH PROUDŮ V PRAZE	5
5	KOROZNÍ ODOLNOST BETONOVÝCH A ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ	6
5.1	VŠEOBECNĚ	6
5.2	POŽADAVKY NA BETON A ZKUŠEBNÍ POSTUPY PODLE ČSN EN 206.....	7
5.3	PŘÍNOSY A DŮSLEDKY APLIKACE SYSTÉMU PERMACRETE PRO PRAXI	7
6	SPECIFIKA PROJEKTOVÁNÍ ÚLOŽNÝCH KONSTRUKCÍ V OBLASTECH S BLUDNÝMI PROUDY	8
6.1	PROBLEMATIKA PROTIKOROZNÍ OCHRANY V ZASTAVĚNÝCH ÚZEMÍCH.....	8
6.2	OCHRANA UZEMŇOVACÍCH SOUSTAV PROTI KOROZI BLUDNÝMI PROUDY.....	9
7	DOPORUČENÍ PRO PROJEKTOVÁNÍ OSTATNÍCH ÚLOŽNÝCH KONSTRUKCÍ.....	9
8	LITERATURA	10

13 DOPORUČENÝ POSTUP PŘI NÁVRHU OCHRANY STAVBY PROTI BLUDNÝM PROUDŮM – TECHNICKÁ ZPRÁVA

1 ÚVOD

České zákony stanoví požadavky na umístění a prostorové uspořádání staveb včetně staveb veřejné infrastruktury [1]. Na vyhlášky stavebního zákona navazují české normy [2], které podrobně určují prostorové uspořádání sítí technického vybavení a dělí je na vedení dálková a vedení místní (oblastní a uliční), jakož přípojky. Podle účelu tyto sítě zahrnují mj. vodovodní sítě, plynovodní potrubí, tepelné sítě, stokové sítě, kanály, elektrická silová a sdělovací vedení.

Stanovená pravidla prostorové koordinace však neřeší vzájemnou interakci uvedených kovových a železobetonových zařízení z hlediska odolnosti proti agresivitě horninového prostředí a proti působení bludných proudů ze stejnosměrně elektrizované kolejové dopravy. Není tak splněna zásada ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí, v daném případě ochrana před bludnými proudy [3]. Na problematiku koroze a ochrany úložných konstrukcí se proto zaměříme podrobněji.

2 KOROZE AGRESIVITOU HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ A ZPŮSOBY OCHRANY OCELOVÝCH KONSTRUKCI

Příčinou vzniku koroze kovů je jejich termodynamická nestabilita při styku s korozním prostředím (elektrolytem). U železového betonu, jako konstrukce kompozitního charakteru,

musí dojít nejdříve k porušení betonu, resp. jeho krycí vrstvy, aby mohl začít korozní proces výztuže.

Protikorozní ochrana se zaměřuje na prevenci koroze a snižování ztrát korozi způsobených. K poškození kovových materiálů fyzikálně chemickým působením prostředí dochází především elektrochemickými reakcemi. Základní příčinou korozního procesu je tendence přírody zvýšit neuspořádanost soustavy (dosáhnout co nejvyšší entropie), tj. navrátit kovy do jejich původního stavu v přírodě. Podle způsobu provádění lze protikorozní techniku rozdělit na [4]:

- a) použití korozně odolných materiálů zvolených podle korozního prostředí (např. legované oceli, neželezné kovy – titan, plasty, pryžové směsi);
- b) ochranné povlaky a jejich kombinaci (izolace na bázi organických povlaků, anorganické povlaky, kovové povlaky, nátěry);
- c) konstrukční úpravy (např. zesílení stěn kovových potrubí o korozní přídavky);
- d) úprava korozního prostředí (např. obložení potrubí v rýze pískem);
- e) elektrochemické ochrany (anodická ochrana v chemickém průmyslu, katodická ochrana u elektricky spojených kovových zařízení v půdě nebo ve vodách).

3 KOROZE BLUDNÝMI PROUDY, ZDROJE V ČR A JEJICH ŠÍŘENÍ

Bludný proud je elektrický proud unikající z elektrických zařízení nedostatečně izolovaných od země nebo používajících horninové prostředí jako zpětného vodiče. Bludný proud využívá dále liniových zařízení jako zpětného vodiče, přičemž koroze nastává v místech (např. na podzemním potrubí), kde elektrický proud přechází do země a vrací se ke zdroji (např. k měničové – napájecí stanici). Rychlost přecházení kovových iontů v anodických místech do elektrolytu (půdy) je dán Faradayovým zákonem (u železa je to $9,2 \text{ kg} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$). Tento vztah platí pro stejnosměrný bludný proud. Pro střídavé bludné proudy jsou korozní ztráty podstatně nižší (pro 50 Hz je to stokrát méně).

V současnosti se napájecí systémy kolejových drah ustálily na obvodu tvořeném trolejovým nadzemním vedením, (v menším měřítku izolovanou kolejnicí) přívodu elektrického proudu z trakčních napájecích stanic do hnacích vozidel a jeho odvodu jízdnicemi zpět. Toto zásadní uspořádání (i když s menšími modifikacemi především u vysokorychlostních tratí) dnes užívají prakticky všechny elektrické dráhy.

Jmenovitá napětí stejnosměrných soustav jsou:

250 V pro důlní dráhy hlubinných dolů,

600 V pro pouliční tramvajové dráhy,

750 V pro podzemní dráhy (metro),

1 500 V pro vedlejší železniční tratě a pro dráhy povrchových lomů,

3 000 V pro hlavní železniční tratě.

U železnic je kladný potenciál stejnosměrného proudu přiveden na trolejový drát a záporný potenciál je přiveden na kolej. Přes trolej, sběrač a lokomotivu se stejnosměrný obvod uzavírá a prostřednictvím kolejí se vrací zpět do napájecí stanice. Avšak izolace kolejnic od půdy je nedokonalá, neboť kolejnice jsou uloženy na pražcích a šterkovém loži. Zde je ovšem potřebné připomenout, že tato nedokonalost je zároveň nutností, neboť zamezuje vytvoření (průtokem proudu kolejnicí) příliš velký spád napětí mezi kolejnicí a zemí, což by mohlo být pro uživatele

(cestující) nebezpečné. Část zpětného proudu vniká do země a dosahuje poměrně velkých hodnot.

Při relativně značných vzdálenostech mezi měnirami (až 20 km) s kolejemi více či méně vodivě spojených se zemí může trakční proud vyvolat velký úbytek napětí průtokem kolejemi, který vůči úbytku na odporu přechodu kolej – země není zanedbatelný. Půda vytváří kolejím bočník, kterým teče proud daný Kirchhoffovými zákony. Jestliže jsou v zemi uloženy rozměrnější vodivé předměty, mohou vzhledem ke své dobré podélné elektrické vodivosti shromažďovat bludné proudy z okolí a vést je do značně vzdálených míst, i když nejsou přímo spojené s kolejemi. Těmito elektricky vodivými předměty mohou být kromě kovových potrubí a kovových plášťů kabelů koleje u neelektrizovaných tratí, galvanicky propojené uzemňovací soustavy v zastavěných oblastech, železobetonové tunely, kolektory, ale také souvislé zdroje podzemní vody a vodoteče. Tyto vodivé předměty spolu s kolejemi vytváří celé sítě, které se navzájem kříží a vytvářejí velký počet spojení mezi sítěmi a zemí. Elektrický proud, který se má vracet do měnirny kolejemi se vrací kolejemi, půdou a podzemním vedením. Na jeho cestě k měnirně může vzniknout velké množství katodických, a hlavně anodických oblastí.

Stejnoseměrné napájení může být realizováno dvěma způsoby. První způsob, který je výše uveden a je nejvíce rozšířen, má na troleji kladné napětí (takto jsou napájeny železnice a tramvaje v Praze). Druhý způsob má na troleji záporné napětí (jedná se o městskou dopravu např. v Ostravě, Brně aj.). U tohoto způsobu napájení, kdy kolej má kladné napětí, je anodické pásmo proměnlivé podle pohybu elektrické lokomotivy. Největší hodnota anodického potenciálu bude tam, kde se právě nachází elektrická lokomotiva.

Česká republika patří mezi země s nejvyšší hustotou železničních tratí, z nichž velká část je elektrizovaná z důvodu zvýšení propustnosti tratí. Vzhledem k tomu, že pro trakci se jako velmi výhodný ukázal stejnosměrný sériový motor, stejnosměrná lokomotiva byla nejjednodušší s dobrými trakčními vlastnostmi a výkonová polovodičová technika v začátcích elektrizace ČD prakticky neexistovala, začal se používat stejnosměrný systém 3kV. První trať elektrizována stejnosměrným systémem 3 kV, Praha – Česká Třebová byla dána do provozu v roce 1955. Tímto systémem pokračovala elektrizace železnic nadále, a tak mají v současné době ČD v provozu 1 621 km stejnosměrných tratí 3 kV. S rozvojem výkonové elektroniky a tlakem průmyslu přistoupily ČD začátkem 60. let k zahájení elektrizace trakčním proudovým systémem 25 kV, 50 Hz. Tím je dnes elektrizováno 1 086 km tratí. Kromě těchto systémů mají ČD elektrizováno 46 km tratí stejnosměrným trakčním proudovým systémem 1 500 V (dnes již pouze 24 km Tábor-Bechyně).

Složité geologické, geochemické a hydrogeologické poměry v ČR, historicky vzniklá technická infrastruktura, její často neznámá trasa, hloubka uložení a technické provedení v zastavěných oblastech i v extravilánu, bezpečnostní hlediska a další faktory vedou k tomu, že protikorozní ochrana podzemních kovových úložných zařízení, především ocelového potrubí, je v městských lokalitách a v potrubních koridorech komplikovanou záležitostí. Korozní situaci dále zhoršují bludné proudy ze stejnosměrně elektrizované městské dopravy (tramvají).

Úložná zařízení v zastavěných oblastech a potrubí v koridorech mají různé elektrické charakteristiky a vzájemné prostorové uspořádání (souběhy, křížení). Galvanické propojení přes měřicí a propojovací objekty není mezi příslušnými provozovateli zařízení v řadě případů koordinováno, není dořešena otázka vhodnosti použití izolačních spojů v daných podmínkách. Existující automaticky řízené usměrňovače stanic katodické ochrany (AŘU SKAO) nejsou provozovány podle jednotné koncepce, která by byla optimální pro dané korozní poměry; totéž se týká elektrických polarizovaných drenáží (EPD) a saturáží (ES). Tyto skutečnosti nepřímo ovlivňují i korozní situaci vodovodních potrubí z tvárné litiny vedené hlavně v ulicích měst.

Jednotliví provozovatelé zařízení katodické ochrany nemohou rutinními postupy posoudit ochranný efekt komplexních systémů protikorozní ochrany a učinit nápravná opatření. Bylo by účelné používat adekvátní nestandardní měřicí techniku a inspekční metody, čemuž brání nedostatek kvalifikovaných pracovníků – korozních techniků prakticky ve všech odvětvích, která provozují dálkové a místní potrubní sítě. Přitom podle celosvětově přijatého názoru dobrá práce korozního technika závisí z 25 % na teoretických znalostech, z 50 % na praxi a z 25 % na štěstí. Druhé a rozhodující hledisko mohou splnit pouze pracovníci, kteří dlouhá léta zajišťují provoz a údržbu zařízení se znalostí místních specifik. To se týká i pracovníků, kteří mají na starosti provoz vodovodů.

Týká se to lokalit, kde se vyskytují bludné proudy z provozu železnic, ale i z provozu tramvají např. v Plzni, v Mostě-Litvínově, v Liberci (Jablonci), v Táboře (Bechyni), v Olomouci, Ostravě, Brně, šíření zemnicími lany vedení VVN.

Absolutně nejhorší korozní situace je na území hl. m. Prahy se třemi zdroji bludných proudů, ale i vlivem agresivity půdy (navážek) V některých lokalitách (např. na Černém Mostě) je elektrická konduktivita podzemní vody $3\,000\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (tedy jedná se o vodu brakickou). Podzemní vody obsahují sírany a chloridy (např. v místech Bohdaleckých břidlic) hydrogenuhličitanu apod. Skalní podloží (většinou zdravé břidlice) se vyskytuje v hloubce 10 až 20 m (podél Vltavy a některých potoků je to do 10 m). Pro ilustraci se věnujeme korozní situaci v Praze.

4 KOROZNÍ SITUACE KOVOVÝCH A ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ ULOŽENÝCH V ZEMI

4.1 CHARAKTERISTIKA ZDROJŮ BLUDNÝCH PROUDŮ NA ÚZEMÍ HL. M. PRAHY

V Praze se uplatňují tři zdroje bludných proudů [5]:

- **Stejněsměrně elektrizované železnice** s trakčním napětím 3 kV, jejichž provoz nejvíce korozně ohrožuje podzemní kovové i železobetonové konstrukce. Na území Prahy, na ploše celkem $496\ \text{km}^2$ se nacházejí 4 napájecí stanice: Balabenka, Běchovice, Třešňovka, Praha-Chuchle. Další dvě NS (měničny), které podstatně ovlivňují provoz elektrických vlaků v Praze jsou Roztoky u Prahy a Strančice.

Hodnota průměrného bludného proudu v Praze činí ca 11,5 % trakčního proudu (který teče zemí). Průměrný únik proudu z kolejí do země činí $2,54\ \text{A}\cdot\text{km}^{-1}$ v anodické oblasti a tatáž hodnota je v katodické oblasti v blízkosti napájecích stanic (NS).

- **Dráhy (tramvaje) s provozním napětím 600 V.** V roce 2012 byl celkový počet NS: 41 ks (délka kolejí 302 km). Na jednu NS připadá 3,45 km tramvajové trati (7,36 km kolejí) zpětné kabely mezi kolejemi (odsávací body) a NS jsou v průměrné vzájemné vzdálenosti 400 m až 500 m. Vzhledem k hodnotě trakčního proudu uniká z kolejí do země průměrně 2,8 %, což činí $5,11\ \text{A}\cdot\text{km}^{-1}$. Dosah vlivu bludných proudů nepřesahuje 1,0 km.
- **Metro s trakčním napětím 750 V.** V roce 2012 metro bylo tvořeno trasami A, B, C v celkové délce 61 km, celkem bylo v provozu 40 NS, tj. 1 NS na 1,53 km trasy (vždy dva tunely). Vztaheno k hodnotě trakčního proudu uniká z tunelů do země 0,061 % trakčního proudu, tj. $0,19\ \text{A}\cdot\text{km}^{-1}$.

Z celkové průměrné hodnoty bludných proudů v Praze (6,00 – 24,00 hod.) tj. $I_B = 1\,040\ \text{A}$ připadá na železnice $I_Z = 305,0\ \text{A}$ (tj. 29,3 %) na tramvaje $I_T = 724\ \text{A}$ (tj. 69,6 %) na metro $I_M = 11,4\ \text{A}$ (tj. 1,1 %).

4.2 ŠÍŘENÍ BLUDNÝCH A INTERFERENČNÍCH PROUDŮ V PRAZE

Při plusově polaritě trolejí země vytváří vůči kolejím bočník, kterým teče část proudu od elektrického vlaku k NS. Vzhledem ke své relativně dobré podélné elektrické vodivosti rozměrnější úložné konstrukce a liniové konstrukce shromažďují bludné proudy z okolí a mohou je vést do vzdálených míst (směrem k příslušné NS), i když nejsou přímo spojeny s kolejemi. Tento bludný proud nazýváme **proudem interferenčním**.

- **Tunely metra**, respektive vzájemně galvanicky propojené uzemňovací soustavy u stanic metra – týká se to provozního úseku V. A. (Dejvická – Nemocnice Motol) nebo se to bude týkat projektované trasy ID2 a ID1 (Písnice – Pankrác). Podle orientačních výpočtů dosahuje průměrná hodnota interferenčních proudů až 25 % z celkového bludného proudu v zemi, tj. hustota interferenčního proudu $i = 5,0 (2 \times 2,5) \text{ mA}\cdot\text{m}^{-1}$ pro oba tunely metra, resp. $I = 5,0 \text{ A}\cdot\text{km}^{-1}$.

- **Systém galvanicky propojených uzemňovacích soustav**

Uzemňovací soustavy u kancelářských a bytových budov jsou vzájemně galvanicky propojeny. Ve většině případů je to přípojka NN přes nulový vodič (v soustavě TN-C). Např. v případě kabelu AYKY 3 x 120 + 70 činí el. odpor nulového vodiče

$R_k = 0,029 \cdot 100 / 70 = 0,04 \Omega$ na 100 m přípojky. V některých případech (u řadové zástavby) bývají galvanicky propojeny i uzemňovací přívody hromosvodů po střeše. U budov s vestavěnou trafostanicí 22,0 / 0,4 kV je vytvořena další galvanická proudová cesta přes Cu-stínící plášť 3 x 16 mm² u kabelu 22-AXCEKVCEY 3 x 1 x 120 mm² nebo 3 x 25 mm² u kabelu 3 x 1 x 240 mm².

Přes přípojnice trafostanic a jejich uzemnění se šíří bludné proudy do vzdálenosti 1 km i více. V případě vestavěné výměňkové stanice se bludné proudy šíří potrubím horkovodů a uzemněním dalších výměňkových stanic. Je tak vytvořena soustava galvanicky propojených uzemňovacích soustav (jedná se v podstatě o liniové konstrukce), kterou protékají bludné a interferenční proudy, které zvyšují korozní ohrožení úložných konstrukcí ve srovnání s výsledky standardního korozního průzkumu na „zelené louce“.

Podle provedených výpočtů využívá tuto proudovou cestu asi 22 % interferenčních (bludných) proudů.

- **Koleje neelektrizované železnice a některé úseky kolejí tramvaje**

Tyto liniové konstrukce sbírají bludný proud ze země původem ze stejnosměrně elektrizovaných železnic (především z blízkosti nádraží) a vedou část bludného proudu směrem k nejbližší napájecí stanici (NS). Např. vedle elektrizované železnice Praha-Smíchov – Beroun (č. 170) existují neelektrifikované tratě Praha-Smíchov – Beroun (č. 173) a Praha-Smíchov – Zličín – Rudná u Prahy (č. 122), které tvoří smyčku ke zdroji bludných proudů. V tomto směru se výrazně uplatňují též tunely metra B v úseku Smíchovské nádraží – Zličín, takže v lokalitě Zličín se vyskytují bludné proudy v důsledku přenesené interference. Orientační výpočty ukazují, že až 15 % bludného proudu se šíří výše uvedenou galvanicko-elektrolytickou cestou.

- **Potrubní sít' (plynovody, vodovody)**

V Praze je položeno asi 1 020 km ocelových potrubí: plynovodů a vodovodů (katodicky chráněná plocha je asi 640 000 m²). Hodnota ochranného proudu automaticky řízených stanic katodické ochrany v celkovém počtu 58 ks (v roce 2012) je průměrně celkem 560 A (jedná se částečně o proud k eliminaci bludného proudu v potrubí). Vedle ocelových a částečně litinových potrubí se při šíření bludných proudů uplatňují automobilové, železniční a kabelové tunely, v Praze navíc ještě kolektory a tunely metra. Podle

provedených šetření činí interferenční proud asi 200 A, což je 20 % z celkového bludného proudu na území Prahy.

- **Výhradně elektrolytická proudová cesta (země)**

Jedná se především o úseky železničních tratí v blízkosti NS. Podle orientačních výpočtů je to asi 18 % bludného proudu.

5 KOROZNÍ ODOLNOST BETONOVÝCH A ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

5.1 VŠEOBECNĚ

Ochraně stavebního díla proti agresivnímu prostředí zejména atmosférické korozi, jakož i otázce životnosti železobetonových staveb je věnována velká pozornost a z toho plynoucí vydané odborné publikace, standardy, směrnice, které se týkají této problematiky. Existuje rozsáhlá odborná literatura týkající se ochrany úložných kovových zařízení (zejména liniových, jako je potrubí) proti korozi bludnými proudy. Není však k dispozici odborná literatura, která by komplexně pojednávala o šíření bludných proudů železobetonovými konstrukcemi a o jejich korozních dopadech.

Korozní odolnost betonových a železobetonových konstrukcí, jejich životnost a spolehlivost je jedním ze základních problémů téměř všech oborů stavitelství za posledních více než 130 let, kdy je beton vyráběn. Problémy vyvstávají zvláště u konstrukcí, které mají kompozitní charakter, což je případ vyztuženého a předpjatého betonu, kde dochází k degradaci každého jednotlivého staviva, snížení spolupůsobení betonu a ocelové výztuže, a z toho vyplývajících vad a poruch.

Při hodnocení trvanlivosti těchto konstrukcí jde do značné míry o mezioborovou problematiku, která se mj. dotýká i elektrochemických procesů na rozhraní ocel/beton/korozní prostředí. Stavebně inženýrská praxe se tedy nemůže vyhnout sledování příčin narušení železobetonových konstrukcí zvláště u nadzemních staveb, kde jsou výsledky koroze nejhorší. Korozní proces je umožňován vlhkým vzduchem obsahujícím kyslík, vodu a CO₂ (v půdě) tedy složkami, které jsou potřebné pro přeměnu oceli v oxidy a posléze v nesourodé hydroxidy železa (rzi).

U železobetonových konstrukcí uložených v zemi vedle agresivity horninového prostředí se může vyskytnout koroze působením bludných a interferenčních proudů v lokalitách se stejnosměrně elektrizovanou kolejovou dopravou a v blízkosti anodových uzemnění stanic katodické ochrany. Vliv bludných proudů na železobetonové, zejména liniové konstrukce, je rozdílný podle toho, jestli je výztuž spojována přesahem nebo vázacím drátem nebo jestli je nutno výztuž z různých důvodů svařovat v ucelené systémy.

Proti uložení oceli v zemi poskytuje beton ocelové výztuži vysoký stupeň ochrany v důsledku existence pasivační vrstvy oxidů železa, které jsou termodynamicky stabilní v rozmezí pH = 12 až 13, což odpovídá polarizačnímu potenciálu $E_{CSE} = -1,03$ až $-1,09$ V. Tato pasivační vrstva okují (na bázi magnetitu) o tloušťce až 500 μm tvoří elektrochemickou dielektrickou bariéru proti působení bludných proudů, pokud existují podmínky, aby tento proud protékal železobetonovou konstrukcí. Z toho důvodu, podle ověřených šetření, hranice anodické proudové hustoty na povrchu výztuže, při které nedochází ke korozi výztuže, je v rozmezí 50 až 75 mA · m⁻², průměrně $J_{kor} \leq 60$ mA · m⁻² a při vyšších hustotách je korozní rychlost průměrně pětkrát nižší než v případě oceli uložených v zemi. Z obr. 1 je patrný velký význam tloušťky krytí výztuže betonem a zřejmě podstatné snížení koroze u zemničů při použití betonového obložení.

5.2 POŽADAVKY NA BETON A ZKUŠEBNÍ POSTUPY PODLE ČSN EN 206

Odolnost železobetonu proto koroznímu prostředí včetně působení bludných proudů závisí mj. na technologii výroby a na zkušebních postupech pro zkoušení ztvrdlého betonu při dodržení definovaných podmínek na zkušební těleso (podle ČSN EN 12390-1,2). Standardně se zkouší: pevnost v tlaku podle ČSN EN 12390-3 (obvykle se jedná o krychli o hraně 150 mm), odolnost proti průsaku vody podle EN 12390-8, pevnost v příčném tahu, pevnost v tahu ohybem, objemová hmotnost, odolnost proti ohni.

Z hlediska odolnosti betonu proti agresivitě prostředí a bludným proudům má velký význam elektrická rezistivita betonu, což je **nedestruktivní** způsob stanovení korozního ohrožení výztuže v betonu, včetně stanovení hloubky průniku (průsaku) vody. Hodnoty rezistivity betonu lze orientačně použít při určování možné koroze výztuže:

Elektrická rezistivita betonu (Ωm):	Koroze:
≥ 120	obvykle nevýznamná
50–120	pravděpodobná
≤ 50	téměř jistá

Ke stanovení elektrické rezistivity lze s výhodou použít zkušební krychle, které se běžně používají ke stanovení pevnosti v tlaku. Pro šetření podle postupu znázorněného na *obr. 2* byla poskytnuta krychle společností TPG Metrostav s. r. o., Praha 8. Elektrický odpor suchého vzorku uloženého v místnosti při teplotě 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu 70 % po 50 dnech od vyrobení (mimo dobu 28 dní po dobu ošetřování) z cementu 32,5II 260 kg.m⁻³, w/c = 0,65 (což odpovídá pevnostní třídě C20/25XC1), $R_1 = 16\ 000\ \Omega$. Elektrický odpor vzorku po třech dnech uložení ve vodovodní vodě (měřeno po 24 hodinách po vyjmutí vzorku z vody),

$$R_2 = 400\ \Omega.$$

Další metody jsou popsány v [6]. U existujících konstrukcí lze v některých případech použít postup podle ČSN EN 13791 (elektrická rezistivita vývrtů), případně použít metodu dvouelektrodovou nebo čtyřelektrodovou podle Wennera.

V *tab. 1* jsou orientační hodnoty elektrické rezistivity v závislosti na permeabilní pórovitosti a pevnostní třídě betonu. Tyto údaje je možné využít např. při výpočtu zemního odporu ochranného uzemnění tvořeného ocelovým zemničem v betonovém obložení a vypočítat jeho životnost. K tomu účelu může sloužit i graf znázorněný na *obr. 3*.

5.3 PŘÍNOSY A DŮSLEDKY APLIKACE SYSTÉMU PERMACRETE PRO PRAXI

Z provedených šetření vyplývá, že železobetonové konstrukce, včetně liniových, vytvořené standardním způsobem (tj. výztuž je spojována přesahem nebo vázacím drátem), uložené v zemi v elektrickém poli, nejsou prakticky ohroženy korozí bludnými proudy. Koncepce svařované výztuže jako metody ochrany proti bludným proudům včetně navrhování měřicích vývodů nemá technické opodstatnění, prodražuje stavbu a zvyšuje provozní náklady na periodická měření, která mají nulovou vypovídací hodnotu.

I při pouze částečně svařované výztuže (např. ze 30 %) se sníží podélný odpor liniové konstrukce a v důsledku toho konstrukce sbírá více proudu z okolního elektrického pole, takže zařízením protéká více bludného proudu s možnými nepříznivými korozními důsledky.

Nové poznatky z betonového stavitelství mají vliv na korozní situaci v zájmových územích, též na způsob provádění ochranných uzemnění. Technologie zpracování betonu metodou „bílé vany“ tedy vodotěsného betonu (s maximálním průsakem 50 mm a maximální trhlinou 0,3 mm)

třídy C30/37, u řady staveb vytlačila používání různých hydroizolací i v místech s vysokou hladinou podzemní vody (tzv. černé vany) [11]. Mnozí projektanti i další pracovníci nevezali na vědomí, že v těchto případech skončila éra tzv. základových zemničů, kdy částečně provařená výztuž, např. v základové desce, sloužila k uzemňování. Bylo prokázáno, že tato zastaralá koncepce nebere v úvahu fakt, že vodotěsný beton je prakticky izolant, jehož rezistivita je nejméně o dva řády vyšší než u běžného železobetonu např. třídy C20/25. Takováto uzemňovací soustava má nejméně o jeden řád vyšší zemní odpor, a tudíž nemůže plnit svou funkci. Například při vestavěné trafostanici v bytovém objektu byl požadován zemní odpor max. 2 Ohmy, zatímco u výše popsaným způsobem měl zemní odpor hodnotu až 20 Ohmů (měřeno před připojením objektu na elektrický rozvod, objekt nemá horkovodní přípojku) a veškeré přepětí (např. po úderu blesku) musí přenést přípojky a uzemnění okolních objektů, což je nepřijatelné.

Základové konstrukce provedené technologií „bílé vany“ splňují podmínku odolnosti proti bludným proudům bez dalších opatření.

Další příklady z praxe pojednávající o snížení nepříznivého vlivu bludných proudů na různé druhy kovových a železobetonových konstrukcí jsou uvedeny v literatuře.

6 SPECIFIKA PROJEKTOVÁNÍ ÚLOŽNÝCH KONSTRUKCÍ V OBLASTECH S BLUDNÝMI PROUDY

6.1 PROBLEMATIKA PROTIKOROZNÍ OCHRANY V ZASTAVĚNÝCH ÚZEMÍCH

Protikorozní ochrana kovových a železobetonových konstrukcí v intravilánu se vyznačuje některými specifickými rysy proti ochraně liniových staveb. V areálech měst a závodů, na rozdíl od volné krajiny, působí řada faktorů, které ztěžují možnost hodnotit rozsah korozního ohrožení úložných konstrukcí a navrhnout efektivní ochranu proti korozi. Jednotlivé podzemní kovové a železobetonové konstrukce bývají na různých místech navzájem galvanicky propojeny, takže z hlediska působení elektrického pole lze na ně pohlížet jako na fiktivní kovovou desku v určité oblasti v rozsahu několika km². Vzhledem k heterogenitě korozního prostředí a k různému druhu zařízení dochází ke korozi uvnitř této fiktivní desky jak vlivem makročlánků tak působením bludných a interferenčních proudů.

Nově budované i existující nelineové konstrukce (ocelové plynovody, litinové vodovodní řady, horkovody, potrubní kovové přípojky, kabelové kanály, tunely, existující armokoše pilot připojené k uzemnění, mostní konstrukce, anodová uzemnění katodické ochrany apod.), ale zejména uzemňovací soustavy bytových a jiných objektů v poli bludných proudů shromažďují proud z okolí. Tím se deformuje původní elektrické pole a průměrná hustota bludného proudu v okolí úložné konstrukce, především zemniče, se zvýší proti stavu bez tohoto ochranného uzemnění. Praktický dopad tohoto jevu spočívá v tom, že při korozním průzkumu (jako je stanovení intenzity elektrického pole a hustoty proudu v zemním prostředí) projevuje se vliv koroze větší, než odpovídá šetření na „zelené louce“ [7].

Evropské normy nezohledňují skutečnost, že v ČR jsou na velké části území mimořádně složité geologické podmínky s vysokou agresivitou horninového prostředí na kovové a železobetonové podzemní konstrukce. K tomu přistupuje rozsáhlá síť stanic katodické ochrany. V roce 2015 bylo pouze v sektoru plynárenství provozováno 1 212 stanic katodické ochrany (SKAO) což představuje více než 10 000 A permanentního korozního proudu pro stavby v okolí anodových uzemnění SKAO. Další stovky SKAO jsou provozovány na ropovodech, produktovodech a ocelových vodovodech. Vedle toho, jak je uvedeno v odst. 3, nepříznivě působí bludné proudy

zhruba na 70 % území ČR. Z toho důvodu je při návrhu opatření postupovat se znalostí specifík zájmového území (staveniště).

6.2 OCHRANA UZEMŇOVACÍCH SOUSTAV PROTI KOROZI BLUDNÝMI PROUDY

Uzemnění stavebních objektů je nejvíce ohrožené zařízení v důsledku koroze bludnými proudy, jelikož tvoří spojitou elektrickou cestu (viz odst. 4.2), kterou protékají bludné proudy a v příhodném místě vystupují do země prostřednictvím jednoho nebo více zemničů podle konfigurace bludných proudů v dané lokalitě. Z definice uzemnění vyplývá, že musí mít trvalé a neměnné parametry za účelem bezpečného provozu při využívání elektřiny. Jinými slovy: musí mít požadovanou životnost při stanoveném zemním odporu. Hodnota zemního odporu bývá v rozsahu 1 Ω až 15 Ω (obvykle v rozsahu 2 až 5 Ω). Požadovaná životnost u obvodového zemniče bývá 25 až 40 let u základového zemniče 50 až 80 let. Tyto podmínky nemůže splňovat použití pásu FeZn 30/4 mm uloženého v zemi, jak lze doložit jednoduchým orientačním výpočtem [6]:

Pro uvedený pásek v délce $L = 140$ m, v hloubce uložení $h = 1,0$ m, v půdě o průměrně rezistivitě $\rho = 50 \Omega\text{m}$, průměrné intenzitě elektrického pole $E_i = 5,0 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$ lze vypočítat zemní odpor

$$R_Z = (50/2\pi \cdot 140) \cdot \ln(140^2 / 0,006 \cdot 1,0) = 0,853 \Omega.$$

Pro proud vstupující a vystupující ze zemniče (předpoklad 50:50 %):

$$I_{kor} = 140 \cdot 5,0 / (0,24 + 2 \cdot 0,853) = 360 \text{ mA}, \text{ kde } R_L = 0,20 \cdot 140 / 4 \cdot 30 = 0,24 \Omega.$$

Hmotnost pásu: $G = 140 \cdot 0,943 = 132 \text{ kg}$. Korozní úbytek podle Faradayova zákona:

$$F = 9,13 \text{ kg}\cdot\text{A}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}; \text{ při korozním proudu } I_{kor} = 0,360 \text{ A} \text{ bude úbytek}$$

$$F' = 9,13 \cdot 0,36 = 3,29 \text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$$

Při využitelnosti zemniče $\eta = 0,4$ bude životnost $\tau = 132 \cdot 0,4 / 3,29 = 16$ roků, což je méně než požadovaných až 40 let.

Podle získaných poznatků [8] požadovaná kritéria splňuje uložený zemnič do betonového obložení. V případě obvodového zemniče: ocelový pás 60/5 mm v betonu C16/20 v průřezu 120/300 mm, přičemž krytí betonem směrem k rýze je 50 mm.

U „základového zemniče“ v podkladním betonu C16/20 pod základovou deskou z vodotěsného betonu tloušťky 120 mm jsou uloženy kari sítě 8/150/150 mm velikosti např. 2 x 3 m, které jsou vzájemně svařeny, buď jako zesílená mřížová soustava nebo jsou pásy umístěny po obvodu (z důvodu snadného připojení svodů hromosvodu). Plocha (délka pásu) je závislá na požadavku maximálního zemního odporu (obvykle 2 Ω). Životnost uzemnění je obvykle delší než 80 let při zachování hodnoty zemního odporu. Tato koncepce umožňuje realizovat a kontrolovat (např. při kolaudaci) elektrickou spojitost připojení k zemniči i po celou dobu životnosti objektu. Podle *tab.1*: zatímco rezistivita vodotěsného betonu je vyšší než 1 000 Ωm (při permeabilní pórovitosti 1 %) u betonu C16/20 je rezistivita 50 až 60 Ωm při permeabilní pórovitosti 17 %, což zaručuje správnou funkci zemniče. Další podrobnosti jsou uvedeny v [6].

7 DOPORUČENÍ PRO PROJEKTOVÁNÍ OSTATNÍCH ÚLOŽNÝCH KONSTRUKCÍ

- Návrhy a postupy vedoucí k omezení šíření bludných proudů úložnými konstrukcemi a ke snížení korozních dopadů spočívají principiálně ve snížení části zpětného trakčního proudu v obvodu: trolej – elektrický vlak – koleje – země – koleje – měnič – trolej,

což však není v kompetenci provozovatelů úložných, zejména liniových, konstrukcí. Pokud však již zpětný proud protéká elektrolytickou (iontovou) proudovou cestou (zemí) je třeba učinit opatření, aby tento bludný proud na své cestě k měničn (při kladné polaritě troleje) pokud možno nevyužíval úložné konstrukce jako paralelní proudovou cestu k zemi. To je možno docílit těmito způsoby: primární ochranou konstrukce, sekundární ochranou (izolací) a konstrukčními opatřeními.

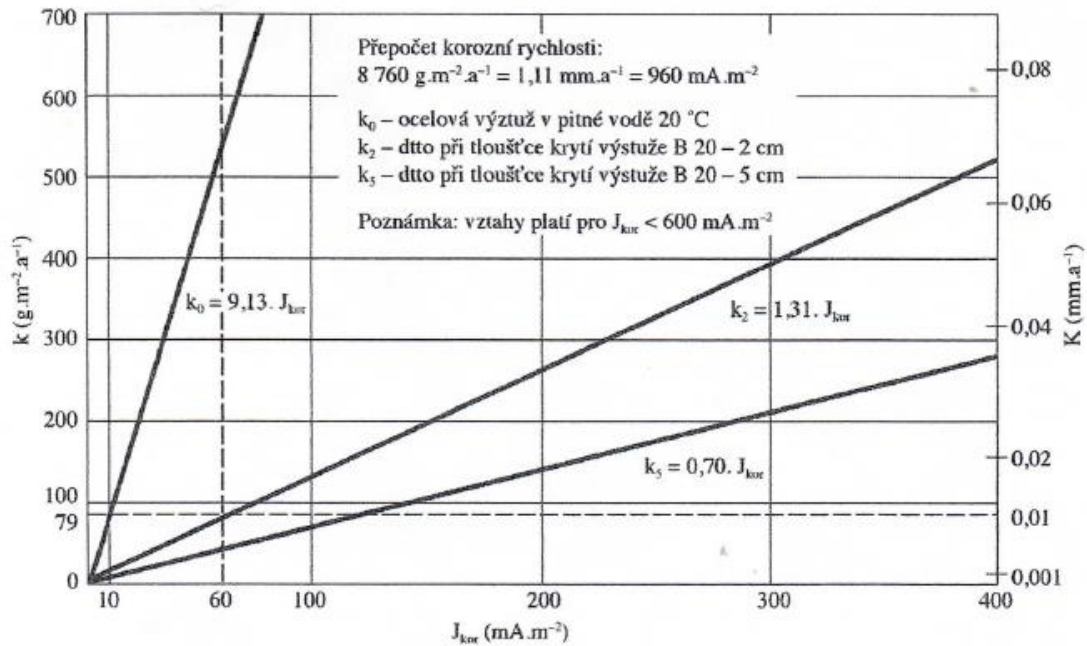
- Z konstrukčních opatření se jedná především o omezení elektricky spojitých konstrukcí, které umožňují šíření bludných proudů. Prakticky to znamená vyloučit svařovanou výztuž u všech železobetonových konstrukcí až na případy dané statickými a konstrukčními důvody (např. kari sítě při vnějším ostění tunelů). Odlišně se postupuje v případě plánovaného použití katodické ochrany železobetonových mostovek a při použití ocelové výztuže pro účely uzemňování (např. u svařené kari sítě v podkladním betonu).
- Jestliže je navrženo třeba i částečné svaření výztuže jako metody ochrany proti bludným proudům, dosáhne se tím pravého opaku. U liniových úložných konstrukcí v důsledku nižšího podélného odporu železobetonová konstrukce sbírá více proudu z okolního elektrického pole, takže konstrukcí protéká více bludného proudu s možnými nepříznivými korozními důsledky.
- Při návrhu ochranného uzemnění je třeba dávat přednost zemničům vytvořeným za definovaných podmínek v provedení podle podmínek stavby (obvodový zemnič – ocelový pás v betonovém obložení, ocelové rohože – kari sítě např. 8/150/150 v podkladním betonu, oddělená od základové železobetonové desky). Preferují se (v pořadí výhodnosti): obvodový zemnič, mřížový zemnič (v obou případech při použití pásku Fe 60/5 mm z důvodu korozní odolnosti, vždy v betonovém obložení optimálně pevnostní třídy C16/20), použití kari sítě v ploše stanovené výpočtem. Pásek FeZn 30/4 mm nespĺňuje podmínku požadované životnosti a hodnoty zemního odporu na konci životnosti objektu, který bývá 50–80 let, což je důležité o objektů s jedním nebo více podzemních podlaží u husté zástavby. Výjimečně lze použít výztuž jako náhodný zemnič (výztuž v tunelu).
- Armokoše pilot (zejména tahových), spojuvat s výztuží základové desky přesahem nebo spojovacím drátem, zásadně nesvařovat. (vyloučit vodivé propojení a tím vytvoření liniové konstrukce). Je třeba mít na paměti, a že zemní odpor jedné piloty je relativně nízký a že není žádoucí, aby zemní odpor uzemnění byl nižší než nezbytných $R_Z = 1$ až 2Ω (podle energetické situace v oblasti) z důvodů omezení šíření bludných proudů. Výztuž armokošů (o hmotnosti několika desítek kg) se vlivem průtoku bludných proudů znehodnocuje nejdříve. V zastavěných oblastech jsou uzemňovací soustavy mezi sebou galvanicky propojeny nulovými vodiči přípojek NN přes trafo nebo i potrubími horkovodu přes výměňkové stanice, takže se zhoršuje korozní situace v celé oblasti v okruhu 1 km i více.

8 LITERATURA

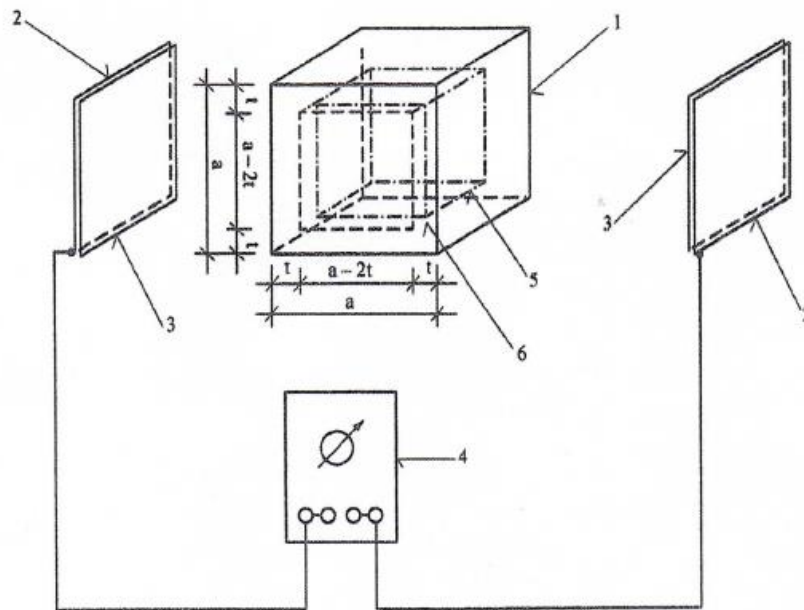
- [1] Vyhláška č. 500/2006 Sb. ve znění vyhlášky č. 13/2018 Sb.: Příloha č. 9, odst.1c) – Požadavky na umístění a prostorové uspořádání staveb; Příloha č. 11. Části 1, odst. 1 — Podrobné podmínky pro umístění a prostorové uspořádání staveb vnější infrastruktury.
- [2] SN 73 6005-2018 *Prostorové uspořádání vedení technického vybavení*.
- [3] Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů, Příloha č.1, odst. B.2.11., písm. b a Příloha č. 2, odst. B.2.7., písm. b Ochrana před bludnými proudy.

- [4] POLÁK, J. VELETA, P. *Rukověť katodické protikorozi ochrany*, Český plynárenský svaz, Praha 2002.
- [5] POLÁK, J. *Navrhování a stavba potrubí z tvárné litiny v oblastech s bludnými proudy se zřetelem na obnovu vodovodních řadů na území hl. m. Prahy*. Expertní posudek pro firmu Ing. J. Skokánek, Praha 4, 02/2016.
- [6] POLÁK, J.: *Odolnost kovových a železobetonových liniových konstrukcí proti agresivitě prostředí a proti bludným proudům*, Český plynárenský svaz, Praha 2017.
- [7] POLÁK, J.: *Příklad omezení interference na úložné konstrukce v důsledku provozu složitých systémů katodické ochrany*, Plyn č. 12/2015, str. 276-281.
- [8] POLÁK, J.: *Zkušenosti s ochranou uzemňovacích soustav proti korozi bludnými proudy*, Plyn č. 3/2003, str. 59-63.
- [9] ČSN 15542-2009 (138105) Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny - Vnější povlak trubek cementovou maltou - Požadavky a zkušební metody.
- [10] Technická pravidla TPG 920 21 Protikorozi ochrana v zemi uložených zařízení, Volba izolačních systémů, ČPS 2014.
- [11] COUFAL, R.: *Permacrete-beton vyvinutý speciálně pro bílé vany* (TBG Metrostav, a.s.), Materiály pro stavbu č. 9/2013.

Obrázky a tabulky ke kapitole 13



Obr. 1 Rychlost koroze ocelové výztuže v betonu pevnostní třídy C16/20 v závislosti na anodické proudové hustotě na povrchu prutů



Legenda:

1 Zkušební krychle o hraně $a = 150$ mm pro zjišťování pevnosti v tlaku betonu

2 Měděný plech 155/155/1 mm

3 Elektrolytický kontakt (textilní podložka tl. 3 mm navlhčená vodou)

4 Měřič elektrického odporu

5 Suchá část beton. krychle o hraně: $a - 2t$ (mm)

6 Hloubka průniku (průsaku) vody: t (mm)

Celkový objem zkušební krychle podle obr. A-13

$$V_C = a^3 = 0,15^3 = 3,375 \cdot 10^{-3} \quad (\text{m}^3)$$

Část objemu krychle v suchém stavu:

$$V_S = (a - 2t)^3 \quad (\text{m}^3)$$

Část objemu krychle, jejíž póry jsou nasyceny vodou:

$$V_t = V_C - V_S = a^3 - (a - 2t)^3 \quad (\text{m}^3)$$

Příklad:

Změřeno ohmmetrem: $R_1 = 16\,000 \, \Omega$ (suchý vzorek), $R_2 = 400 \, \Omega$ (po uložení ve vodovodní vodě).

Výpočet elektrické rezistivity ρ (Ωm) a permeabilní pórovitosti (propustnost spojitými kapilárami) η_p (%):

Platí vztah: $R_1 = \rho_1 \cdot (L / S) \rightarrow \rho_1 = R_1 \cdot (S / L) = 16\,000 \cdot (a / a^2) = 16\,000 \cdot 0,15 = 2\,400 \, \Omega\text{m}$.

Platí vztah: $R_1 : R_2 = \rho_1 : \rho_2$; $\rho_2 = R_2 \cdot (\rho_1 / R_1) \rightarrow \rho_2 = 400 \cdot (2\,400 / 16\,000) = 60 \, \Omega\text{m}$.

Podle Obr. 2: $V_c = V_1 = 3,375 \cdot 10^{-3} \, (\text{m}^3)$; $V_t = V_2 = V_1 \cdot (R_2 / R_1) = 3,375 \cdot 10^{-3} \cdot (400 / 16\,000) = 8,4375 \cdot 10^{-5} \, (\text{m}^3)$.

Propustnost (pórovitost) betonu: $\eta_p = (V_2 / V_1) \cdot 100 = (8,4375 \cdot 10^{-5} / 3,375 \cdot 10^{-3}) \cdot 100 = 2,5$ (%).

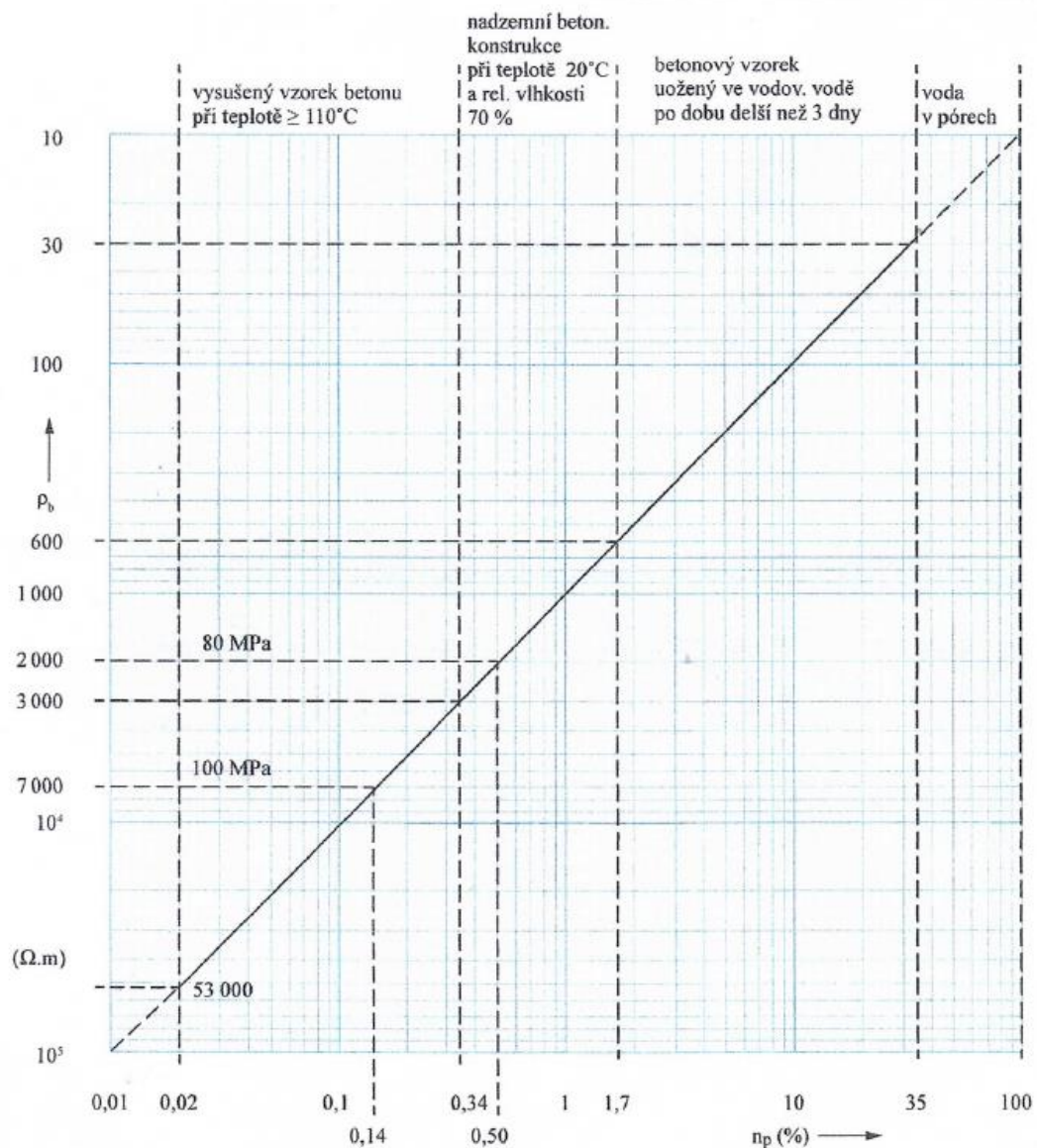
Poznámka: Pórovitost lze jednodušeji spočítat takto: $\eta_p = (\rho_2 / \rho_1) \cdot 100 = (60 / 2\,400) \cdot 100 = 2,5$ %

Hloubka průsaku vody t (m) podle Obr. 2:

$$R_2 = \rho_2 \frac{a}{2a \cdot t + (a - 2t) \cdot 2t} = \rho_2 \frac{a}{4t(a - t)}; \quad R_2 / \rho_2 = 400 / 60 = 0,15 / 4t(0,15 - t); \quad \text{při } t = 0,075 \text{ m jsou obě strany vztahu rovny: } 6,6667 = 0,15 / 4 \cdot 0,075(0,15 - 0,075) = 0,15 / 0,0225 = 6,6667.$$

Závěr: Hloubka průsaku je $t = 0,075$ m, tedy póry zkušební krychle jsou zcela zaplněny vodou: $2t = a$.

Obr. 2 Způsob měření elektrického odporu zkušební betonové krychle a odvození parametrů týkajících se vodotěsnosti betonu pevnostní třídy C20/25X1



Legenda:

- ρ_b elektrická rezistivita betonu ($\Omega \cdot m$)
- n_p permeabilní pórovitost (%) $n_p = (V_p / V_c) \cdot 100$ (%)
- V_p objem pórů naplněných vodou: makropóry ($\varnothing 50$ až $2\,000$ μm), spojitě kapilární póry ($\varnothing 5$ až 50 μm) (m^3)
- V_c celkový objem zkušebního tělesa – betonu s póry (m^3)

Obr. 3 Závislost elektrické rezistivity betonu na jeho permeabilní pórovitosti (propustnosti) a na korozním prostředí

Tab. 1 Závislost elektrické rezistivity betonu na pevnostní třídě (charakteristické krychelné pevnosti v tlaku)

Pol.	Pevnostní třída betonu	Pevnost v tlaku p (MPa)	Permeabilní pórovitost η_p (%)	Elektr. rezistivita betonu ρ_b (Ωm)	Poznámka
1	C 8/10	10	35,0	32,0	Podkladní beton
2	C 12/15	15	23,8	42,0	
3	C 16/20	20	16,7	60,0	
4	C 20/25	25	12,5	80,0	Běžný konstrukční beton
5	C 25/30	30	9,1	110	
6	C 30/37	37	5,0	200	
7	C 35/45	45	3,8	270	
8	C 40/50	50	2,8	360	
9	C 45/55	55	2,0	500	
10	C 50/60	60	1,54	650	
11	C 25/30	30	1,54	650	Vodotěsný beton („bílá vana“)
12	C 30/37	37	0,92	1080	
13	C 35/45	45	0,65	1560	
14	C 40/50	50	0,46	2160	
15	C 55/67	67	1,05	950	Vysokopevnostní beton
16	C 60/75	75	0,62	1600	
17	C 70/85	85	0,36	2800	
18	C 80/95	95	0,21	4800	
19	C 90/105	105	0,11	9000	
20	C 100/115	115	0,06	16000	

x) Limitní šířka trhlin: 0,1 - 0,3 mm. V důsledku toho je max.průsak tlakovou vodou podle ČSN EN 12390-8 minimálně šestkrát nižší než odpovídá pevnostní třídě konstrukčního betonu (Pol. 4 až 10) .

Poznámky

- Shora uvedené údaje se týkají železobetonových konstrukcí uložených v zemi po době delší než 3 měsíce vystavených působení vlhké zeminy odpovídající přibližně vlivu prostředí XA1, XC2-CI 0,2 podle ČSN EN 206-1/23.
- Betony s elektrickou rezistivitou vyšší než $\rho_b \geq 200 \Omega\text{m}$ (s permeabilní pórovitostí $\eta_p \leq 5,0 \%$) jsou odolné proti působení stejnosměrných bludných proudů (ocelová výztuž po dobu plánované životnosti podzemní konstrukce prakticky nekoroduje). Týká se to všech vyráběných vodotěsných betonů („bílé vany“)-pol.11 až 14 i pevnostní třídy C 30/37 (pol. 6) a vyšších (pol. 7 až 10, 15 až 20) uložených v horninovém prostředí s rezistivitou $\rho \geq 20 \Omega\text{m}$.
- Při vypracování tabulky byla použita šetření uvedená v [6]. Pro elektr. rezistivitu a pórovitost betonu platí empirický vztah: $\rho_b = 10^3 / \eta_p$ ($\Omega\text{m}; \%$).
- Pro některé hodnoty uvedené v tabulce nebyly k dispozici empirické údaje (např. podle Obr.2). Proto byly příslušné údaje doplněny interpolací s využitím poznatků zejména pracovníků Českomoravský beton, Heidelberg Cement Group, Praha respektive odborným odhadem. Mohou mít tudíž pouze informativně-orientační charakter.