

Elektrické instalace v bytových domech a bytech – předpisy pro jejich návrh a provedení podle platných STN

Ing. Edmund PANTUČEK, soudny znalec, Brno, ČR

Riziko je vyjádřením vztahu mezi velikostí ztráty a pravděpodobností vzniku události. Elektrická rizika znamenají ohrožení provozuschopnosti systému a také možnost následných škod po případném výpadku. Snížení rizika znamená zvýšení provozně-technické bezpečnosti objektu, instalace a personálu. Snížování rizik představuje cyklický proces vyhledávání možného rizika a tvorbu opatření k omezení nebo zamezení takového stavu.

Bezpečná instalace je tam, kde je na přípustnou míru (nebo raději pod přípustnou míru) sníženo riziko. Ve smyslu standardů je nutno vyvážit management rizika, s ohledem na riziko ohrožením procesu, majetku, osob nebo hospodářského majetku (zde tzv. Aktiv). Mají být stanoveny cíle projektu tak, aby pomáhaly při zjišťování a klasifikaci rizik. Účelem ošetření rizika pak je zjistit a uplatnit taková nákladově efektivní opatření, která učiní rizika přijatelnými. Vzniká proces rozhodování o volitelných možnostech a jejich uplatňování při managementu rizik. Do toho mohou být zahrnuty akce pro:

- snížení pravděpodobnosti výskytu rizika, případně úplné zabránění riziku;
- snížení výsledných následků, pokud by příslušná událost nastala;
- přenos nebo sdílení rizika;
- zachování rizika a vypracování plánů na zotavení z jeho následků (obnovu správné funkce systému).

Ošetření rizika může samo vytvořit nová rizika, která se mají též uvážit. Norma IEC 62198 stanoví, že riziko je spojeno s každým projektem, s každým procesem a s každým rozhodnutím po celý život projektu. Riziko je nutné ovládat a řídit v každé etapě projektu, management rizika je nedílnou součástí jak procesů managementu projektu, tak procesů vztahujících se k výsledku činnosti projektu.

Analýza rizik je vždy týmová činnost. Členové týmu musí být kompetentní, musí znát metody využitelné pro analýzu rizik, musí mít příslušnou odbornou způsobilost a to vše musí být specifikováno a zaznamenáno pro pozdější dokumentaci.

Vlastní práce pak probíhá v následujících krocích:

1. **Stanovení rozsahu platnosti:** důvody (cíle, kritéria úspěšnosti), definice systému (popis, rozhraní, prostředí, energie, materiály, informační toky, provozní podmínky...), zdroje informací (právní, normativní, organizační, lidské...), předpoklady a omezení, požadované výstupy a rozhodnutí (kompetence).

2. **Identifikace nebezpečí a počáteční vyhodnocení následků.** Na základě výsledků se volí z následujících postupů: zavedení nápravných opatření, ukončení analýzy, pokračování odhadem rizika.
3. **Odhad rizika:** analyzují se všechny možné příčiny
 - četnosti (odhad pravděpodobnosti výskytu na základě údajů z minulosti, simulací a analýz, znaleckých posudků),
 - následků (závažnost následků spojených s nebezpečím z pohledu možného dopadu vzhledem k podobným událostem z minulosti, popis následků, existující opatření ke zmírnění následků, možné pozdější a sekundární škody),
 - výpočet rizik (předpověď škod, vrstevnicový graf rozdělení pravděpodobnosti rizika),
 - odhad nejistot (analýza citlivosti na změny parametrů zvoleného modelu).
4. **Řízení rizika:** Cílem je poznaná počáteční rizika eliminovat, redukovat a následně minimalizovat nejlépe do úrovně tzv. zbytkového rizika. Také zbytková rizika by měla být stanovena a v maximální míře popsány jejich následky. Není možné a mnohdy ani vhodné vyloučit všechna rizika. Předpokladem zvládnutí rizik a efektivního managementu rizika projektu je upřímná a otevřená komunikace jak uvnitř, tak vně projektu. Žádoucí je stanovit rozhraní (styčné body) s jinými projekty a překrývání těchto projektů, organizační a strategická omezení, při nichž bude projekt provozován.

Management rizika je závislý na zjišťování rizik. Při této činnosti je nutno použít všechny ověřené zdroje, a také estimovaný dopad rizik na všechny cíle projektu. Je nutno zohlednit rizika, která se vztahují k souladu se zákony a nařízeními, k zabezpečení (security), spolehlivosti, odpovědnosti za škody, bezpečnosti (safety), zdraví a životnímu prostředí.

Určující jsou normy STN EN 60079, IEC 300 a STN EN 60300, STN EN 50174, STN EN 50495, STN EN 61010, EN 62198 v podobě STN EN 62198, STN EN 62305 s STN EN 60812, STN EN ISO 12100, STN EN ISO 13849, stejně jako STN IEC 31000. Z pohledu prevence rizika jsou stejně důležité normy STN 332000-4-482, STN 33200-5-54, STN 332000-5-534, STN 332000-5-56, ale i STN 332030, STN 332340, STN 333060. Jako určující jsou zákonem a prováděcí vyhláškou dále dány normy STN 332130 (plus STN 332140), STN EN 62305, dále STN EN 50310, STN EN 50173 a STN EN 50174. Důležité jsou také normy elektromagnetické kompatibility a elektrostatické ochrany.

Požadavek **elektromagnetické kompatibility budovy** stanoví podmínku vzájemné spolupráce vnějšího a vnitřního hromosvodu, soustavy pro vyrovnaní potenciálu a ochranné soustavy před nebezpečným dotykem, plus návaznost svodičů přepětí v silových, informačních a sdělovacích obvodech na vnitřní hromosvod a ochranu před přepětím v instalaci napájení objektu. Je nutno připočíst požadavek slučitelnosti provozu elektrických a elektronických zařízení v dané instalaci. Výběr ochranných opatření je koordinován s přijatelným rizikem, které závisí na pravděpodobnosti přepětí, prostorového nebo liniového rušení a elektromagnetické citlivosti zařízení.

Výběr ochranných metod a opatření pro snížení negativních vlivů navíc musí být proveden v souladu s normami, především řady STN 332000 a řady STN EN 60079, dále souborem (STN) EN 61643, včetně STN P CLC/TS 61643-12.

Úprava a logické možnosti v provozu stavby závisí na rozsahu instalovaného zatížení, vlastních podporovaných zařízeních, stávajícím stavu systémových rozvodů a provedení rozvodů elektrického napájení. **Elektrická instalace musí být opatřena sítí vyrovnání potenciálů.** Vodič PEN, přes který se přenášejí nesymetrické proudy stejně jako nahromaděné harmonické proudy a ostatní rušení, **nesmí být považován za část příslušného systému uzemnění.** Musí být použita síť TN-S. Tedy tam, kde vodič PEN vstupuje do budovy, musí být na prvním místě ukončení rozdělen na samostatný neutrální vodič (N) a vodič ochranného uzemnění (PE).

Norma STN EN 50310 se věnuje požadavkům na koordinaci uzemnění pro informační a sdělovací technologie. Záměry uzemňovacích soustav jsou:

- a) bezpečnost: omezení dotykového napětí a poruchy zpětné trasy na zem,
- b) limitované elektromagnetické rušení (EMI): jediný referenční potenciál, účinek stínění.

Norma stanoví požadavky na soustavy uzemnění a pospojování u budov s uvažovaným umístěním zařízení informačních technologií, v rámci kterých se připouští, že uzemňovací soustavou se nevyhnutelně šíří bludné proudy, na stavbě není možné odstranit všechny zdroje rušení, jsou nevyhnutelné uzemňovací smyčky.

Při ovlivňování stavby vnějšími magnetickými poli se indukují rozdíly potenciálů ve smyčkách a do uzemňovací soustavy se šíří proudy - **účinnost uzemňovací soustavy uvnitř budovy široce závisí na protipatřeních provedených vně budovy.** Proudů tekoucích do uzemňovací soustavy s nevyrovnanými potenciály mohou vytvářet elektromagnetické rušení, které ovlivňuje zařízení. Aby se zachovala dobrá reference signálu, je nutno klást důraz na správné pospojování pro vyrovnání potenciálu jak u systému informační technologie, tak i u elektrických rozvodných sítí. Každá budova musí být vybavena hlavní ochrannou svorkou MET. Přípojka pro metalické kabely musí být buď co nejblíže této svorce, nebo místům poskytujícím připojení k ní. Aby se v budově minimalizovala přepětí a působení proudových rázů, musí být stínění všech kabelů do budovy vstupujících připojena na hlavní svorku vyrovnání potenciálu trasou s nízkou impedancí, tedy co nejkratším možným propojením. Norma se zabývá alternativními uzemňovacími soustavami, z nichž některé nejsou kompatibilní nebo nepodporují snadnou realizaci síťové uzemňovací soustavy.

Konfiguraci pospojování je možné určit na:

- a) úrovni výstavby, tj. společnou (CBN) nebo síťovou soustavu (MESH-BN),
- b) úrovni instalace, tj. sdruženou CBN a MESH-BN;
- c) úrovni vybavení, tj. MESH-BN.

Pro vybudování základní soustavy vyrovnání potenciálu musí být použity kovové prvky (například MET, ochranné vodiče (PE), kovové vodovodní instalace, konstrukční ocel, výztužné pruty) v souladu s národními a místními předpisy. Lepších vlastností CBN se dosahuje snížením impedance a zvýšením schopnosti CBN přenášet proud - použitím dalších vodivých prvků, aby se buď vytvořil lepší typ zemnicí soustavy, nebo zavedla doporučená vylepšení. Rozšíření instalace MaR, sdělovací, návěstní a IT uvnitř budovy, například systémů ležících na různých podlažích a propojených metalickou kabeláží si může vyžádat rozšíření minimální verze CBN na třírozměrnou síťovou strukturu, která se blíží Faradayově kleci. Pro účely bezpečnosti musí uzemňovací soustavy také vyhovovat národním / místním předpisům pro ochranné uzemnění (PE). Každý prvek vybavení musí být připojen k obvodovému vodiči prostřednictvím svého vlastního PE vodiče. Doporučuje se pospojení propojit mezi systémy pro správu kabeláže a vodiči kruhového pospojování.

U místní sítě se ve vymezené oblasti uvnitř budovy vyžaduje pospojování všech kovových částí, aby se zajistila elektricky spojitá uzemňovací soustava o nízké impedanci. Místní uzemňovací soustavy vytvářejí místní síťové izolované soustavy pospojování (MESH-IBN). Mezi místní síťovou uzemňovací sítí a CBN zahrnující hlavní ochrannou svorku musí být spojení. U sítě vyrovnání potenciálu se ve velkých nebo veškerých prostorách budov vyžaduje pospojování všech kovových částí, aby se zajistila síťová uzemňovací soustava (MESH-BN). Zvláštní oblasti v budovách mohou být předmětem mnohem přísnějších požadavků, které vyžadují vylepšení místních síťových uzemňovacích soustav nebo poskytnutí SRPP.

Technická specifikace instalace by měla zahrnovat vyhodnocení rizik včetně abnormálních podmínek prostředí, jako jsou:

- a) záplava; ponoření do kapaliny po spuštění automatického hasicího systému;
- b) **úder blesku;**
- c) **bludné, vyrovnávací, zkratové proudy;**
- d) zemětřesení.

Vyhodnocení rizik se zabývá povahou a trváním takových podmínek a má vyústit do plánu řízení rizik, který může ovlivňovat požadavky na vlastnosti součástí nebo na zmírňování prostředí. Projekt a pracovní záměr popisují umístění prostorů, tras, skříní, rámů a stojanů, zapouzdřených zařízení a koncových bodů tak, aby se minimalizoval vliv elektromagnetického rušení a byly splněny požadavky odstupu kabeláže rozvodů napájení/informačních technologií s odkazem na STN EN 50174. Umístění tras se musí vyhnout místním zdrojům tepla, vlhkosti nebo vibrací, které zvyšují riziko poškození konstrukce kabelu nebo změnu jeho provozně-technických vlastností. Trasy nesmějí být vedeny v prostorách pro hromosvod a ve výtahových šachtách. U skrytých tras je upřednostněna jejich horizontální nebo vertikální orientace. Kabely, určené jako záložní, budiž uloženy v oddělených trasách.

Skříně, rámy a stojany (nebo zapouzdřená zařízení uvnitř nich) musí poskytovat nezbytnou úroveň fyzické a klimatické ochrany pro kabeláž informačních technologií a instalované zařízení a musí dosáhnout vhodné ochrany svým umístěním, vlastnostmi nebo kombinací obojího. Ukončovací body umístěné ve skříních, rámech a stojanech by měly být sdružovány do zón. Každá zóna by měla být obsloužena jedním kabelovým svazkem. Každý svazek by měl být obsloužen jedním zapouzdřeným zařízením v rámci jednoho rámu nebo skříně.

Při výběru systému pro vedení kabelů se bere v úvahu intenzita elektromagnetických polí podél trasy, dovolené úrovně vedených a vyzařovaných emisí, typ kabeláže, kategorie symetrických kabelů, kvalita pospojování k vyrovnání potenciálů v budově, odolnost zařízení připojených k systémům kabeláže MaR, sdělovací, návěstní a IT a ostatní omezení prostředím (vlivy chemické, mechanické, klimatické, požární atd.). Použité kryty musí poskytovat požadované vlastnosti elektromagnetického stínění. Nekovové systémy neposkytují elektromagnetické stínění uložené kabeláži, ale neruší kabeláž přenosem indukovaných proudů a proudovými svody. Směšování nestíněných a stíněných součástí v kanálu způsobí, že přenosové vlastnosti budou nepříznivě ovlivněny a budou realizovány **pouze v souladu s pokyny výrobců a dodavatelů.**

Instalace stíněné kabeláže musí být v souladu s požadavky STN. Stínění musí být spojitě, a to od vysílače až k přijímači. Stínění kabeláže má vliv na elektromagnetické vlastnosti stíněné kabeláže, ale také na provozní a technickou bezpečnost. Nezávislé uzemnění za účelem bezpečnosti je přípustné tam:

- a) kde je stínění uzemněno pouze na jednom konci, pak závisí účinnost stínění na nízkých kmitočtech elektrických polí na tlumících vlastnostech stínění kabelu;
- b) když bude zajištěna další účinnost proti elektromagnetickým polím vysokých kmitočtů, jestliže se stínění uzemní na obou koncích.

Připojení zařízení na instalovanou stíněnou kabeláž, která byla uzemněna pouze na jednom konci může mít za následek vzniklé patřičné uzemnění na obou koncích – a riziko vyrovnávacích proudů...

Elektromagnetické stínění u kovových nebo kompozitních systémů pro vedení kabelů, které jsou uplatňovány zvláště pro poskytnutí stínění kabelů MaR, sdělovací, návěstní a IT technologií, v nich uložených: Pokud je systém pro vedení kabelů konstruován z více dílů, musí být konstrukce, nosné systémy, uzemnění a stínění provedeno v souladu s STN EN 50310. Stínění kabelů musí být ukončeno na všech místech ukončení kabelu. Kontakt stínění musí být proveden na 360°, na principu Faradayovy klece. Stínění musí pokračovat prostřednictvím vhodné přípojky stínění, nesmí být použity normální ojedinělé pinové spoje, musí se zabránit nespojitostem na stínění. Připojení stínění musí být důkladně připevněno, například pomocí pásků nebo třmenů.

Když se nainstaluje zařízení přepětové ochrany, musí být spolehlivě zajištěno vzájemné pospojování k vyrovnání potenciálů uzemnění zařízení přepětové ochrany s

hlavním uzemněním a uzemněním přístrojů v souladu s STN 332000-5-534 a souboru norem (STN) EN 61643, samozřejmě také s respektováním STN EN 60439.

Odstup metalické kabeláže informačních technologií a kabeláže rozvodů napájení za předpokladu smíšeného ložení stíněných a nestíněných kabelů se stanoví s požadavky a doporučeními na nestíněné a stíněné kabely v souladu se souborem STN EN 50288. Požadavky na odstup jsou zadány s ohledem na elektromagnetické rušení (EMI).

Požadavky na minimální odstup se uplatňují ve třech dimenzích. Kde se požaduje křížení kabelů informačních technologií s kabely rozvodů napájení a nemůže být zachován minimální odstup, pak musí být dodržen úhel jejich křížení na 90° na jedné straně křížení a na vzdálenost, která není menší než je příslušný požadavek na minimální odstup.

Kabely rozvodů napájení a kabely MaR, sdělovací, návěštní a IT nesmějí být ve stejném svazku. Rozdílné svazky musí respektovat požadavky na odstup. Tam, kde procházejí kabely rozvodů napájení přes požární přepážku, je možné snížit požadavky na odstup za předpokladu, že celková vzdálenost snížení odstupu není vyšší, než je tloušťka požární přepážky plus oboustranně 0,5 m a že kabely informačních technologií a kabely napájení jsou uloženy v oddělených nosných systémech.

Stíněná kabeláž a/nebo kovový nebo kompozitní systém pro vedení kabelů speciálně navržený pro EMC účely zmenšuje vliv elektrických polí, jestliže je stínění kabelů nízké impedance a/nebo má velkou plochu povrchu a je-li stínění kabelu nebo systém pro vedení kabelů jsou spojitě po celé délce kanálu, uzemněné a pospojované. Při vysokých kmitočtech je metoda uzemnění stínění na koncích kabelů velmi důležitá. Dokonce i několik centimetrů nestíněného vedení (krátkých ohebných vodičů) může zhoršit účinnost stínění.

Stíněná kabeláž poskytuje ochranu proti magnetickým polím, jestliže je stínění uzemněno a/nebo připojeno k soustavě pospojování na obou koncích kabelů. Výjimky lze připustit, když se nepřipojené stínění kabelu umístí na povrch nebo do blízkosti soustavy pospojování k vyrovnání potenciálů.

Hlavními opatřeními pro minimalizaci účinků vazeb z vyzařování jsou tedy snížení účinku antény na rušeném kabelu snížením výšky kabelu, uložení kabelu do kovových nebo kompozitních systémů, použití řádně uložených kabelů se zvýšenou elektromagnetickou odolností, snížení plochy rušené smyčky a použití principu Faradayovy klece. Vazba z vyzařování se snižuje se vzdáleností a prostřednictvím aplikací se symetrickými přenosy na symetrické kabeláži. Fyzické oddělení vstupních a výstupních vedení je často usnadněno způsobem montáže do přívodů procházejících přes filtry. Impedance spojení filtru na uzemnění by měla být co možná nejnižší.

Tranzientní napěťové jevy se vyskytují v kabeláži napájení i informačních technologií. Původ těchto přepětí může být místní nebo vzdálený a může být ničivý pro zařízení a být bezpečnostním rizikem vůči osobám. Připojení aktivního zařízení ke kabelovým vedením informační technologie nesmí představovat bezpečnostní rizika pro uživatele nebo provozovatele daného systému.

Připojení hlavního zemnicího zakončení (MET) je nutné provést co nejbližší ke vstupnímu bodu budovy nebo místního zemnice s nízkým zemním odporem (pokud je mimo areál) k následujícím prvkům, jako jsou kovová stínění kabelů na obou koncích; pokud se očekávají vysoké nesouměrné proudy z vyrovnání zemních potenciálů, provést opatření k omezení těchto proudů; vodičové části vstupních, rozvodných a koncových bodů, včetně kovových skříní, krytů a jiných kovových částí ochranných systémů pro ukládání kabelů (chrániček); ochranné přístroje instalované na vodičích kabelů informační technologie, tj. na místech vystavených přímému dotyku. Uvedený zemnicí systém musí být proveden s využitím nízkaimpedančního pospojování. Musí se zachovat elektrická spojitost kovového stínění.

Ochrana před napětími způsobenými blízkostí rozvodných systémů je zaměřena na instalační pravidla pro následující situace:

- a) blízkost kabelů informační technologie a silových kabelů/nadzemních vedení;
- b) blízkost kabelů informační technologie a silových zemnicích systémů;
- c) blízkost zemnicích systémů informační technologie a silových zemnicích systémů.

Kryty poskytující prostředky pro zakončení a/nebo vedení jak kabelů IT, tak i napájecích silových kabelů musí být navrženy tak, aby poskytovaly oddělená víka pro oba tyto typy kabelových vedení. Případně je povoleno použít jednoho společného víka, pokud i po odejmutí tohoto víka zůstává sílové kabelové vedení zabezpečeno tak, aby se zamezilo úrazu elektrickým proudem. Musí se uvažovat předpisy vztahující se k prevenci nebezpečných napětí a jakýchkoli potenciálních rušení způsobených silovými a jinými silnoproudými kabely.

Kovové části (např. stínění, závěsné nebo řetězovkové nosné dráty) a ochranné systémy pro ukládání kabelů (chráničky) je nutno připojit k zemi na obou koncích a také ke každé uzemněné skříní. Jsou také pospojovány s kovovými částmi všech skříní, ačkoli nejsou přímo uzemněny. V případě sítí TN-S se musí splnit požadavky EN 50310. Uzemnění je nutné také v mezilehlých bodech, kde vyvstává možnost indukovaného napětí ze silových vedení nebo vystavených úderům blesků.

Vnější kabely IT, které vstupují do budovy, by se měly zakončit na rámu, bloku nebo zásuvce/krabici v závislosti na počtu a typech vstupujících kabelů. Vzniká rozhraní mezi vnějšími a vnitřními systémy kabelových vedení, a to co nejbližší ke služebnímu vstupnímu bodu pro budovu. Použití přiřazeného koncového bodu se doporučuje proto, že poskytuje vhodný bod pro izolaci, zkoušení a měření. Poskytuje také vhodný bod k instalování přístrojů pro ochranu proti napětovým rázům.

Vodiče, které zajišťují funkční uzemnění, mohou také vést signál nebo pracovní proud, nebo mohou pro takové signály zajišťovat funkci stínění. Nesmějí ale zhoršovat ochranná opatření stanovená STN 332000-4-41. Při návrhu se má však věnovat pozornost stínění kabelů, oplechování, trubek a kabelových žlabů, ložení referenčních vodičů; stínění transformátorů; zpětnému vlivu filtrů; stínění. Je doporučeno instalovat monitor rozdílového proudu a přijmout opatření pro eliminaci chybového/poruchového stavu.

Pro signálové obvody pracující při nízkých kmitočtech a nízké úrovni: Pokud jsou obvody vybaveny EMC filtrem – přepážkou, je přednostní systém uzemnění v jednom bodě. Protože systém uzemnění v jednom bodě neomezuje soufázová přechodná rušení, např. v důsledku blesku nebo spínání, mělo by se zvážit, pokud je to nezbytné pro bezpečnost EE, použití dvojité stíněných kabelů, kovových žlábků nebo trubek.

Pro signálové obvody pracující při vysokém kmitočtu: Systém uzemnění v jednom bodě není účinný. Dává se přednost uzemnění stínění kabelu přímo na jednom konci, a přímo nebo nepřímo na druhém konci vhodným vysokofrekvenčním, vysokonapěťovým kondenzátorem/bleskojistkou - i pro koaxiální a triaxiální kabely.

Pro komunikační a napájecí kabely: Lze použít jednoduché nebo vícenásobné zemní spojení; někdy se dává přednost vícenásobnému zemnímu spojení, aby se omezila vysoká úroveň soufázového přechodného rušení.

Pokud jsou spojení ve stejném systému zemního vedení (např. desky, rohož nebo síť), je možné spojit oba konce stínění kabelu přímo k zemi. Tento typ stínění se nesmí používat pro nízkofrekvenční analogové aplikace (signály) mimo skřín, pokud není prokazatelná stejná hladina potenciálu na obou koncích vedení.

Kovové plnostěnné trubky a kovové kabelové žlaby / kovové nosné systémy mohou zajišťovat stínění kabelů; účinnost stínění může být zlepšena dobrým elektrickým spojením mezi sousedními částmi a zemí.

Referenční vodiče, kterými smějí protékat signálové proudy, mají být samostatně izolovány a vracejí se do referenčního bodu příslušného zdroje napájení. Toto pravidlo neplatí pro úrovně nulového napětí. Stínění mezi vinutí napájecích transformátorů má být spojeno vysoce bezindukčním spojením k místní ochranné zemi (kostře).

Kovová konstrukce, která se používá pro účely vysokofrekvenčního stínění, má být obvykle spojena se sousední kovovou konstrukcí, např. referenční plochou, v tolika bodech, kolik je třeba k zabezpečení odpovídajícího stínění. Je doporučeno instalovat monitor rozdílového proudu a přijmout opatření pro eliminaci chybového/poruchového stavu.

Vytvoření vyhovující soustavy kovových prvků stavby a jejich využití k posílení ekvipotenciálního prostoru je důležité nejen pro zajištění stability instalovaných elektronických a sdělovacích systémů, ale především pro zajištění dobré úrovně ochrany objektu před vlivem vyrovnávacích a bludných proudů a před nežádoucími účinky elektromagnetické interference ve složitém prostředí

*Edmund Pantůček,
znalec v oboru elektrotechnika,
člen Komory soudních znalců a
EUROEXPERT
pantucek@antirisk.cz*