



Odborný program
XIII. konference
ERU 2018

Brno – hotel Voroněž
29. 11. - 30. 11. 2018

I. Blok Normy a předpisy EMC

Garant: Ing. Jaroslav Šmíd, CSc. smid.tanvald@outlook.cz

- 1. Zkoušky odolnosti fotovoltaických modulů**
Jaroslav Šmíd
- 2. Nařízení EU – Síťové kodexy pro požadavky na připojení výroben a spotřeby k elektrizační soustavě**
Karel Procházka

II. Blok Měření a vyhodnocování úrovní energetického rušení

Garant: Ing. Jiří Hula, PhD. jiri.hula@elcom.cz

- 3. Provozní měření parametrů kvality elektrické energie – nabíjecí stanice pro elektromobily**
Michal Vrána, Vojtěch Wasserbauer, Jan Morávek, Petr Mastný, VUT Brno
- 4. Nové vlastnosti analyzátoru kvality elektřiny ARTIQ 233 a 235 s modulem EMI, komunikace s centrálním systémem**
Jan Kraus, K M B systems, s.r.o.
- 5. Akvizice a využití dat z distribuční sítě**
Tomáš Sýkora, Pavel Glac, PREdistribuce, a.s.
- 6. Posuzování analyzátorů kvality sítě z hlediska metrologie elektrických veličin**
Michal Hedvíček, Český Metrologický Institut
- 7. Centrální systém pro práci s daty z analyzátorů kvality elektřiny ENA-SCADA/CLOUD**
Daniel Kaminský, Jiří Hula, ELCOM, a.s.

III. Blok Zdroje energetického rušení a prostředky pro jeho eliminaci

Garant: Ing. Jiří Holoubek jiri.holoubek@elcom.cz

- 8. Poruchové stavy u kompenzačních rozváděčů a jejich diagnostika**
Jaroslav Pawlas, ELCOM, a. s., divize Silnoproudá elektrotechnika
- 9. Zkušenosti s odrušením nabíječe elektromobilu a další poznatky s odstraněním nežádoucích rušení**
Richard Jelínek, ELFIS,
- 10. Nabíjecí infrastruktura pro elektromobilitu jako součást průmyslové sítě nn**
Petr Šňupárek, ELCOM, a. s., divize Silnoproudá elektrotechnika
- 11. Hodnocení zpětných vlivů nabíjecích stanic pro elektromobily na distribuční síť**
Martin Kurfiřt, Jan Hlavnička, Jan Teplý, E.ON Distribuce, a.s.
- 12. Citlivost vybraných světelných zdrojů na typické změny napětí v DS**
Martin Kurfiřt, E.ON Distribuce, a.s., Jiří Drápela, Vysoké učení technické v Brně

IV. Blok Výkonová elektronika v energetice

Garant: Ing. Vladimír Korenc vladimir.korenc@elcom.cz

- 13. Statické měniče kmitočtu kategorie Low Harmonic a jejich rozšiřování v průmyslových sítích**
Naděžda Pavelková, ABB, s. r. o.
- 14. Smart linkový kondicionér**
Zdeněk Matoušek, Jiří Hula, ELCOM, a.s.
- 15. Bateriový systém jako zdroj energie v průmyslové síti**
Martin Panáč, Siemens, s. r. o.

V. Blok Jiné aspekty rušení.

Garant: Ing. Ivan Kabrhel, CSc. emcing@volny.cz

- 16. EMC: Moderní technologie a vysokofrekvenční rušení**
Ivan Kabrhel, (EMCING® Ing. Ivan Kabrhel, CSc)
- 17. Odolnost zařízení ve stanicích PS.**
Vladislav Reimar, ČEPS, a.s.
- 18. Hluková diagnostika velkých elektrických strojů**
Jan Karel, Monhart Akustik s.r.o.

VI. Blok Kvalita dodávky a odběru elektrické energie

Garant: Ing. Martin Kašpírek, Ph.D., E.ON Distribuce a.s. martin.kaspirek@eon.cz

19. **Budoucnost elektromobility z pohledu provozovatele DS**
Jan Hlavnička, E.ON Distribuce, a.s.
20. **Provozní zkušenosti s dobíjecími stanicemi pro elektromobily**
Zdeněk Hejpetr, PREDistribuce, a.s.
21. **Dopad elektromobility na DS z pohledu ČEZd**
František Rajský, ČEZ Distribuce, a.s.
22. **Problematika stanovení směrných hodnot výskytu poklesů napětí v distribuční síti**
Miloslava Tesařová, ZČU v Plzni; Martin Kašpírek, E.ON Distribuce, a.s.
23. **Hodnocení napěťových jevů z pohledu distributora**
František Kysnar, Jan Petrásek, EGC-EnerGoConsult ČB s.r.o.
24. **Možnosti stabilizace napětí v distribučních sítích NN s využitím linkového kondicionéru**
Zdeněk Matoušek, Ladislav Kašpárek, ELCOM, a.s.
Jan Jiříčka, Petr Honsa, Martin Kurfiř E.ON Distribuce, a.s.
25. **Problematika provozní nesymetrie v sítích nízkého napětí, její důsledky a možnosti řešení**
Jan Jiříčka, E.ON Distribuce, a.s.

I. Blok Normy a předpisy EMC

Garant: Ing. Jaroslav Šmíd, CSc. smid.tanvald@outlook.cz

Zkoušky odolnosti fotovoltaických modulů

Jaroslav Šmíd

Na rozdíl od základní normy EMC se zkoušky fotovoltaických modulů provádějí podle souboru norem IEC 61730 zcela odlišným způsobem. Venkovní použití modulů má značný vliv na řešení EMC týkající se zejména odolnosti proti rázovým impulsům. Úplný PV modul se pokryje vodivou kovovou fólií, která se připojí k zápornému pólu generátoru impulzního napětí. Svorky PV modulu se připojí ke kladnému pólu generátoru. Rázový impulz napětí má stejný s tvar vlny. Zkušební napětí je však vyšší a jinak odstupňováno.

Nařízení EU – Síťové kodexy pro požadavky na připojení výroben a spotřeby k elektrizační soustavě

Karel Procházka

V normách na kvalitu elektřiny se připravují drobnější dodatky k EN 50160:, EN50160:2010/prA3:2017 a EN50160:2010/prA2:2017.

Další téma, kterým se bude příspěvek zabývat je nařízení EU – "Síťové kodexy pro požadavky na připojení výroben k elektrizační soustavě 2016/631 a pro připojení spotřeby 2016/1388", u kterých probíhá implementace do českých předpisů.

II. Blok Měření a vyhodnocování úrovní energetického rušení

Garant: Ing. Jiří Hula, PhD. jiri.hula@elcom.cz

Provozní měření parametrů kvality elektrické energie – nabíjecí stanice pro elektromobily

Michal Vrána, Vojtěch Wasserbauer, Jan Morávek, Petr Mastný, VUT Brno

Příspěvek prezentuje výsledky provozního měření na komerčně využívané nabíjecí stanici s podporou akumulace. Mimo ověření kvalitativních parametrů napětí dle EN 50160 při různých provozních stavech nabíjecích stanic, je v příspěvku provedena i analýza časových průběhů jalového a činného výkonu a shrnuty nedostatky, které byly zjištěny v průběhu jednodenního testování celého systému.

Nové vlastnosti analyzátoru kvality elektřiny ARTIQ 233 a 235 s modulem EMI, komunikace s centrálním systémem

Jan Kraus, K M B systems, s.r.o.

Příspěvek pojednává o analyzátoru kvality elektřiny ARTIQ řady 200. Popisuje nové možnosti v oblasti rychlého měření veličin pro monitoring kvality a spotřeby el. energie - měření a záznam rychlých přechodových jevů, analýzu rušení v pásmu 2-9 kHz, měření stejnosměrných spotřebičů, frekvenčních měničů a sítí s méně obvyklými jmenovitými frekvencemi v rozsahu 0-500 Hz. Z oblasti energy managementu zmiňuje možnosti sledování a vyhodnocování rychlých změn směru toku energií a způsob propojování jednotlivých malých měřicích modulů do větších funkčních celků. Příspěvek také popisuje, jakým způsobem jsou poskytována měřená data a nastavení dalším aplikacím, jaké jsou použity komunikační protokoly, formáty dat atd. V závěru je také popsáno jakým způsobem byl analyzátor zintegrován do centrálního systému jiného výrobce.

Akvizice a využití dat z distribuční sítě

Tomáš Sýkora, Pavel Glac, PREDistribuce, a.s.

S technologickým rozvojem má dnes distributor k dispozici další funkcionality v měřicích přístrojích, které je možno využít. Příspěvek uvádí přehled měření prováděných v distribuční síti pro zajištění jejího provozu, dodávky elektrické energie ale i její kvality. Příspěvek dále představuje vize rozvoje systémů pro sběr naměřených dat, jejich zpracování a vyhodnocení podpořené vstupy z dalších systémů, jako např. GIS, SAP aj.

Posuzování analyzátorů kvality sítě z hlediska metrologie elektrických veličin

Michal Hedvíček, Český Metrologický Institut

Příspěvek shrnuje základní měřicí principy a možnosti Českého metrologického institutu v problematice měření a zkoušení analyzátorů kvality sítě. Vyhodnocení a prezentaci výsledků podle platných norem a také problematiku nesouladu a nejednoznačnosti na sebe vzájemně odkazujících se norem. Další část se zabývá rozsahem zkoušení, interpretací jednotlivých veličin a přehledem problémových měření, které mohou ocenit zejména výrobci analyzátorů kvality sítě.

Centrální systém pro práci s daty z analyzátorů kvality elektřiny ENA-SCADA/CLOUD

Daniel Kaminský, Jiří Hula, ELCOM, a.s.

Příspěvek přináší popis centrálního systému pro čtení dat z analyzátorů kvality elektřiny ENA-SCADA. Vysvětluje principy fungování systému, jednotlivé logické bloky, výslednou funkcionalitu. Popisuje dostupné vizualizace okamžitých hodnot, analýzu historických dat, mapové aplikace,

dohledový systém, automatický reporting a možnost off-premise (cloud) řešení. Zmiňuje také technické požadavky a postup při integrování analyzátorů kvality elektřiny různých výrobců.

III. Blok Zdroje energetického rušení a prostředky pro jeho eliminaci

Garant: Ing. Jiří Holoubek jiri.holoubek@elcom.cz

Poruchové stavy u kompenzačních rozváděčů a jejich diagnostika

Jaroslav Pawlas, ELCOM, a. s., divize Silnoprúdová elektrotechnika

Příspěvek shrnuje dlouholeté zkušenosti firmy ELCOM, a. s. s návrhem a realizací kompenzačních zařízení nízkého a vysokého napětí s přihlédnutím k měnícímu se charakteru průmyslových napájecích sítí. Zabývá se negativními vlivy, které mohou snižovat jejich životnost a možnostmi diagnostiky poruchových stavů.

Zkušenosti s odrušením nabíječe elektromobilu a další poznatky s odstraněním nežádoucích rušení

Richard Jelínek, ELFIS,

Článek pojednává obecně o normě na povolené rušení nabíjecích stanic, zejména pro elektromobily. V dalším jsou popsány některé nové zajímavé poznatky z oblasti odrušování rušících zařízení.

Nabíjecí infrastruktura pro elektromobilitu jako součást průmyslové sítě nn

Petr Šňupárek, ELCOM, a. s., divize Silnoprúdová elektrotechnika

Do průmyslových napájecích sítí nízkého napětí budou stále častěji připojovány nabíjecí stanice pro elektromobily. Možnosti a podmínky připojování bude nutno stanovovat pro každou konkrétní aplikaci, protože velmi často bude provozovatel této sítě požadovat také začlenění lokálního obnovitelného zdroje, případně bateriového úložiště.

Hodnocení zpětných vlivů nabíjecích stanic pro elektromobily na distribuční síť

Martin Kurfířt, Jan Hlavnička, Jan Teplý, E.ON Distribuce, a.s.

Příspěvek vyhodnocuje zpětné vlivy nabíječek měřené na kabelové přípojce nabíječky do distribuční sítě. V příspěvku jsou popsány charakteristické průběhy pro nabíjení elektromobilů střídavým proudem, v tomto případě se k nabíjení baterie využívá integrovaný měnič v elektromobilu, a pomocí stejnosměrného proudu, kdy je využit měnič umístěný v nabíjecím stojanu. Vyhodnocení zpětných vlivů se zaměřuje na tok činného a jalového výkonu, podíl vyšších harmonických v odebíraném proudu a vlivu na napěťovou nesymetrii distribuční sítě.

Citlivost vybraných světelných zdrojů na typické změny napětí v DS

Martin Kurfířt, E.ON Distribuce, a.s., Jiří Drápela, Vysoké učení technické v Brně

Příspěvek vyhodnocuje schopnost jednotlivých světelných zdrojů produkovat viditelné a rušivé blikání, flickr. Zdroje byly rozděleny do kategorií: klasická žárovka, kompaktní zářivky a LED světelné zdroje – kompaktní a s externím předřadníkem. Všechny svítidla byla následně otestována na napěťové jevy, které se v dnešní distribuční síti běžně projevují. Jako rušivé napěťové jevy byl vybrán provoz katru, peletkovače a tepelného čerpadla. Dále se zkoumal vliv wattrouteru a signálu HDO na výše uvedené světelné zdroje. Vyhodnocení popisuje odolnost světelných zdrojů a jejich charakteristiky odběru – $\cos(\varphi)$, THDI a power factor.

IV. Blok Výkonová elektronika v energetice

Garant: Ing. Vladimír Korenc vladimir.korenc@elcom.cz

Statické měniče kmitočtu kategorie Low Harmonic a jejich rozšiřování v průmyslových sítích

Naděžda Pavelková, ABB, s. r. o.

Konstrukce statických měničů kmitočtu Low Harmonic se týkala tradičně pouze omezeného rozsahu výkonů. V současné době se toto spektrum rozšiřuje zejména do oblasti menších výkonů, ale zato vyšších četností instalací. Autorka v příspěvku popisuje celou genezi měničů Low Harmonic jak z technického, ale hlavně ekonomického hlediska nejen výrobce, ale i provozovatele.

Smart linkový kondicionér

Zdeněk Matoušek, Jiří Hula, ELCOM, a.s.

Příspěvek pojednává o rozšíření linkového kondicionéru o komplexní měření, integraci do centrálního systému, modelování funkcionality a finální vizualizaci včetně rozšířené reality. Nejprve příspěvek obecně informuje o základních principech fungování běžného linkového kondicionéru. Dále je popsána integrace flexibilního měřicího systému, jím měřené veličiny a parametry získávané z měniče. V dalším kroku je zmíněn centrální systém sběru všech těchto dat, jejich zpracování, vytvoření určitého modelu a dopočítání důležitých provozních i prediktivních informací a finální vizualizace. Příspěvek také popisuje ukázkou využití systému rozšířené reality na linkovém kondicionéru pomocí Microsoft HoloLens.

Bateriový systém jako zdroj energie v průmyslové síti

Martin Panáč, Siemens, s. r. o.

V příspěvku se autor podělí o první zkušenosti s ostrovním provozem průmyslové sítě napájené z bateriového systému. Je zde popsáno chování bateriového systému jednak v poruchových stavech při zkratech, jednak v běžném provozním režimu při rozběhu elektromotoru s výkonem v řádu stovek kW. V závěru bude naznačeno možné technické řešení eliminace negativních zpětných vlivů svářecích zařízení.

V. Blok Jiné aspekty rušení.

Garant: Ing. Ivan Kabrhel, CSc. emcing@volny.cz

EMC: Moderní technologie a vysokofrekvenční rušení

Ivan Kabrhel, (EMCING® Ing. Ivan Kabrhel, CSc)

V současné době si nelze představit zařízení, které by nevyužívalo možností moderní elektroniky. Počínaje hračkami, malými domácími přístroji a spotřebiči, přes počítačově řízené obráběcí stroje, lékařské a zdravotnické zařízení, konče rozsáhlými řídicími systémy, jejichž pomocí se provozují například chemické výrobní systémy, dopravní a bankovní systémy a systémy výroby a dodávky elektřiny. Obranné a zbraňové systémy by bez moderní elektroniky byly bez šancí uspět.

Od dob, kdy jedinou elektronikou v domácnostech bylo rádio a později televizní přijímač, které přitom nejsou časově tak vzdáleny od dneška, snad žádné průmyslové odvětví nezažilo tak obrovský rozvoj. Všechna tato zařízení musí nejen fungovat po stránce jejich technologického a softwarového návrhu, ale musí spolehlivě fungovat i v praktických podmínkách, kdy se v prostředí, kde se provozují, vyskytují nejrůznější jiné elektromagnetické signály, které mohou výrazně rušit zamýšlenou činnost zařízení. Aby toto všechno bylo spolu v daném prostředí kompatibilní, je třeba dodržovat určité zásady elektromagnetické kompatibility. Výrazně k tomu může napomoci systém technických norem, které stanovují elektromagnetické kompatibilní úrovně, meze vyzařovaného rušení a nezbytnou odolnost daných zařízení vůči různým druhům rušení.

V referátu jsou nastíněné hlavní zásady pro tuto elektromagnetickou kompatibilitu dané mezinárodními a evropskými elektrotechnickými normami, ale také je naznačena složitost této problematiky, která vyplývá z neustálého rozšiřování elektronických aplikací, překrývání jejich činnosti, a je také poukázáno na nesmírnou finanční náročnost spojenou se zkušebnictvím v této oblasti.

Odolnost zařízení ve stanicích PS.

Vladislav Reimar, ČEPS, a.s.

Požadavek na bezpečný provoz PS ČEPS, a.s. Základní normy, kmenové normy a normy produktu. Nejdůležitější zařízení ve stanicích PS pro provoz. Volba norem odolnosti pro jednotlivé typy zařízení.

Hluková diagnostika velkých elektrických strojů

Jan Karel, Monhart Akustik s.r.o.

Hluk transformátorů, a to nejen v distribuční síti, je předmětem mnoha výzkumů a měření. Z bližších analýz hluku transformátorů vyplývá, že jedním ze zásadních příspěvků k jejich celkovému hluku je magnetostrikční jev. Dle jeho matematického rozboru je možné určit přesné frekvenční dominanty, ze kterých vyplývá, zda se magnetické jádro transformátoru pohybuje v oblasti lineárních či nelineárních tuhostí. Na základě porovnávacího měření tak vzniká nedestruktivní diagnostická metoda schopná určit změnu mechanického stavu magnetického jádra transformátorů. Z podrobné analýzy hluku točivých elektrických strojů je možné získat obdobné závěry (diagnostika mechanického stavu jejich magnetického obvodu) a dále je rozšířit i o další druhy závad na točivých i netočivých strojích.

Příspěvek se zabývá rozbořem hluku točivých i netočivých elektrických strojů a popisuje hlukovou diagnostickou metodu založenou na principu porovnávacích měření. Dále jsou předneseny nálezy diagnostikované za více než 20 let zkušeností s aplikací této metody a shrnuty silné a slabé stránky hlukové diagnostické metody v porovnání s ostatními běžně dostupnými diagnostickými metodami.

VI. Blok Kvalita dodávky a odběru elektrické energie

Garant: Ing. Martin Kašpírek, Ph.D., E.ON Distribuce a.s. martin.kaspirek@eon.cz

Budoucnost elektromobility z pohledu provozovatele DS

Jan Hlavnička, E.ON Distribuce, a.s.

Máme se bát elektromobility? Jsme na ní dnes připraveni, jako provozovatel distribuční soustavy? Vývoj elektromobility v ČR v následujících letech a předpoklad rozvoje dobíjecí infrastruktury.

Provozní zkušenosti s dobíjecími stanicemi pro elektromobily

Zdeněk Hejpetr, PREDistribuce, a.s.

Příspěvek se zabývá hodnocením zpětných vlivů dobíjecích stanic připojených do distribuční sítě. Blíže přibližuje a analyzuje charakteristiky odběru dobíjecích stanic na zaznamenaných příkladech.

Dopad elektromobility na DS z pohledu ČEZd

František Rajský, ČEZ Distribuce, a.s.

Kvalita elektrické energie je velice důležitým parametrem pro správný chod distribuční soustavy. Faktorů ovlivňující kvalitu elektrické energie je v současném moderním světě mnoho, nejvýraznějším parametrem by mohla být i dobíjecí stanice zvolená na nevyhovujícím místě nebo s nevyhovující regulací.

V kapitole Měření elektrických dobíjecích stanic je problematice umístění dobíjecí stanice věnováno dosti pozornosti podpořené údaji z měření ČEZ Distribuce a.s. Je důležité pro celistvost informace upozornit na rozmanitost nabíjecích stanic a to od jednofázových přes dvoufázové až po třífázové symetrické dobíjecí stanice.

V kapitole měření domovních dobíjecích stanic je věnována pozornost soudobosti zejména jednofázového dobíjení a spouštění dalších jednofázových spotřebičů v domácnosti a jejich vliv na případné podpětí přetěžované fáze.

Dobíjení elektromobilů je velice důležité pro rozvoj tohoto způsobu ekologické dopravy, avšak nesmí zhoršovat kvalitu elektrické energie na distribučním území ČEZ Distribuce a.s. Proto je závěr příspěvku věnován možným podmínkám integrace dobíjecích stanic na území ČEZ Distribuce a.s. a návrhem na regulaci dobíjení elektrických stanic například pomocí Hromadného dálkového ovládní (HDO).

Problematika stanovení směrných hodnot výskytu poklesů napětí v distribuční síti

Miloslava Tesařová, ZČU v Plzni; Martin Kašpírek, E.ON Distribuce, a.s.

Příspěvek se zabývá vyhodnocením poklesů napětí v kontextu možného zavedení standardu četnosti jejich výskytu v distribuční soustavě. Diskutována jsou různá úskalí při stanovení uvažovaného standardu. Autoři vycházejí z dlouhodobého monitorování krátkodobých poklesů napětí na jednotlivých napěťových úrovních provedeného na zásobovacím území společnosti E.ON v České republice. Analyzován je jednak vývoj výskytu událostí ve sledovaném období, dále pak různá hlediska ovlivňující výskyt a naměřenou četnost poklesů napětí, např. charakter zásobovacího území, geografické a klimatické podmínky, časová agregace záznamů.

Hodnocení napěťových jevů z pohledu distributora

František Kysnar, Jan Petrásek, EGC-EnerGoConsult ČB s.r.o.

Distribuční soustavy jsou s ohledem na svoji strukturu, provoz, poruchy apod. zatíženy výskytem rušivých napěťových jevů, které je možné charakterizovat délkou trvání a úrovní napětí mimo meze povoleného pohybu napětí uvedené v ČSN EN 50160. Každý takovýto napěťový jev je velmi negativně vnímán ze strany odběratelů, zejména pak těch, co provozují citlivou technologii.

Příspěvek se zabývá statistickým vyhodnocením výskytu napěťových jevů, jejich charakteristických hodnot a následnou analýzou s cílem oddělit od sebe jevy související s normálním provozem distribuční soustavy, jejichž dopad na odběratele je nutné řešit na straně technologie a napěťové jevy, které je nutné řešit na straně distribuční soustavy. Na příkladu pak přináší vyhodnocení vlivu meteorologických podmínek na výskyt napěťových jevů.

Možnosti stabilizace napětí v distribučních sítích NN s využitím linkového kondicionéru

Zdeněk Matoušek, Ladislav Kašpárek, ELCOM, a.s.

Jan Jiříčka, Petr Honsa, Martin Kurfiřt E.ON Distribuce, a.s.

Příspěvek seznamuje s možnostmi stabilizace napětí a vylepšení kvalitativních parametrů elektřiny ve specificky konfigurovaných distribučních sítích nízkého napětí (odlehle výběžky radiálních sítí). Jedná se zejména o provozní stavy v distribuční síti, kdy se mohou uplatňovat obnovitelné zdroje elektrické energie (FVE, MVE) a svým zpětným tokem výkonu ovlivňovat kvalitu elektřiny. Modernizovaná verze umožňuje spolehlivý provoz zařízení při obousměrném toku výkonů a tím dokáže řešit problémy s integrací obnovitelných zdrojů v síti NN. Druhá část příspěvku se zaměřuje na vyhodnocení pilotního provozu především z pohledu ověření dynamických stabilizačních možností kondicionéru ve smyslu dopadu na velikost efektivní hodnoty napětí, velikost flikru, nesymetrie napětí, limitních rozsahů a činnost automatického bypassu při vybočení z běžného provozního stavu zařízení.

Problematika provozní nesymetrie v sítích nízkého napětí, její důsledky a možnosti řešení

Jan Jiříčka, E.ON Distribuce, a.s.

Příspěvek se věnuje teoretickému rozboru vzniku nesymetrie v síti nízkého napětí. Definuje příčiny jejího vzniku, negativní dopady na provoz symetrických i nesymetrických spotřebičů i bezpečnost provozu elektrických zařízení reprezentovanou dovoleným dotykovým napětím. Na praktických případech ukazuje reálné možnosti jejího řešení s porovnáním stavů před a po aplikaci nápravného opatření.