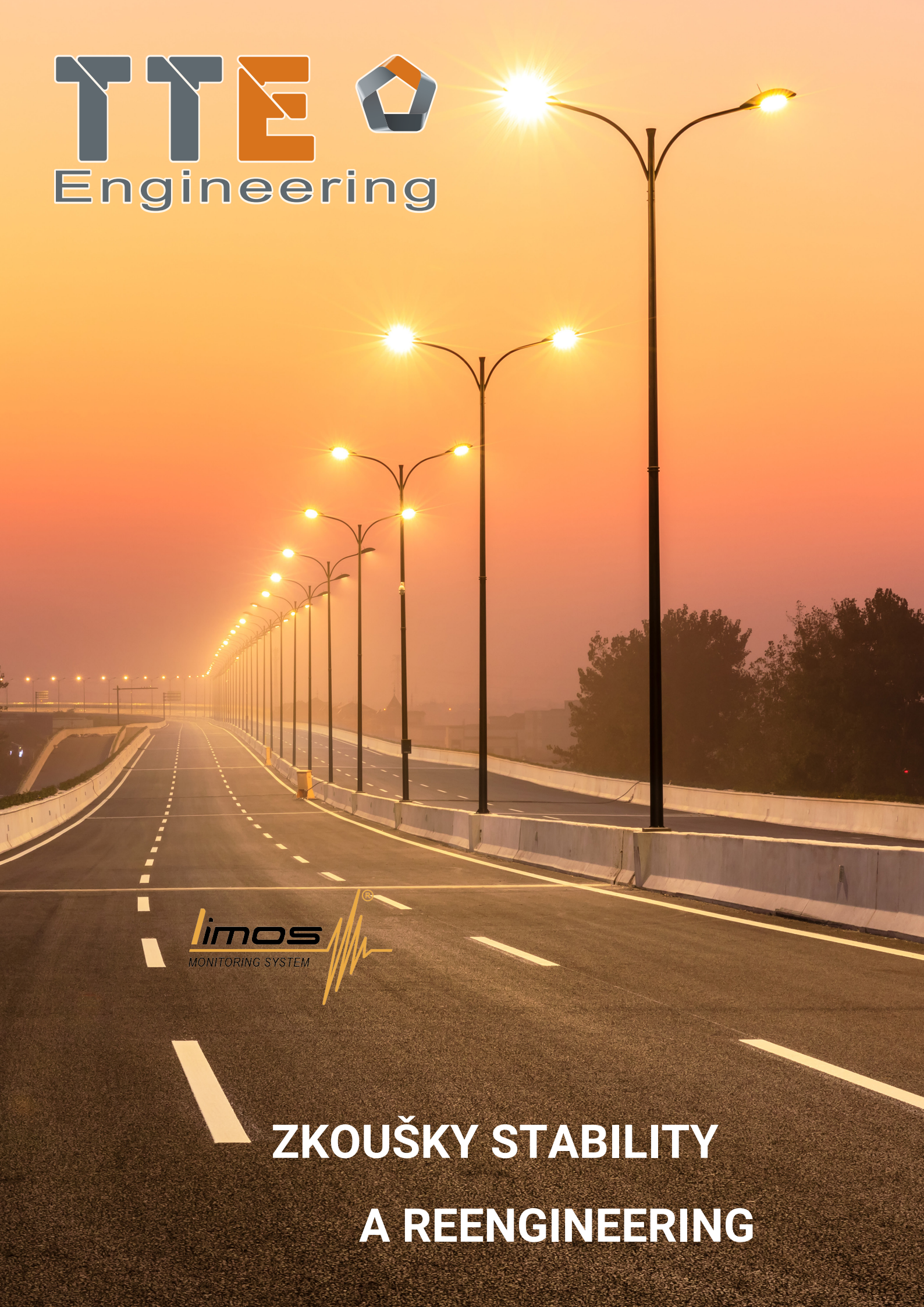
TTE Engineering



ZKOUŠKY STABILITY A REENGINEERING



Kotevní stožáry



Stožáry osvětlení



Světelná signalizace

Analýza poškození stanovením systémových frekvencí

TTEngineering měří pomocí systému Limos polohu a stabilitu:

- Stožárů veřejného osvětlení
- Světelných signalizačních zařízení
- Kotevních stožárů
- Infrastrukturních staveb

Měřením únosnosti a stability založení splňuje systém Limos stanovené zákonné požadavky.

Prokázání stability vyžaduje jak únosnost (tedy způsobilost pro namontovaná zatížení), tak stabilitu založení (bezporuchové založení), tedy posouzení a vyhodnocení základu.

Měření společnosti TTEngineering systémem Limos a speciální vyhodnocení naměřeného frekvenčního spektra odpovídají současnému stavu techniky; jde o nejpokročilejší a nejaktuálnější vývoj v oblasti detekce a hodnocení poškození.



Důležité upozornění:

Platí dodací podmínky TTEngineering e.U. v jejich aktuálním znění - dostupné na https://ttengineering.at v části „Dodací podmínky“

Ve spolupráci s VCE Vienna Consulting Engineers ZT GmbH & FNDT GMBH

TTEngineering
Hechtgasse 5
A-3382 Roggendorf
+43 650 99 39 459
office@TTEngineering.at
www.TTEngineering.at

DIČ: ATU68494845
Firemní rejstřík: FN463491f
Příslušný soud: Melk GISA31945998
Bankovní spojení: Sparkasse Niederösterreich
IBAN: AT75 2025 6000 0095 3927
BIC: SPSPAT21XXX

Tiráž:
Odpovědnost za obsah:
TTEngineering

Design:
Ing. Andreas Huber

Obsah

Analýza poškození stanovením systémových frekvencí 2
Obsah 3
TTEngineering s metodou Limos 4
Právní základy a parametry 5
Vyhodnocení Limos 6
Vzorový protokol o zkoušce 7-8
Reengineering 9
Stanovení tuhosti systému ze systémové frekvence / frekvencí 10

TTEngineering s metodou Limos

limos MONITORING SYSTEM

Technologický lídr - podporujeme vás při bezpečném a spolehlivém provozu vašich zařízení.

Rozsah zkoušky:

Zkouška stability provedená podle současného stavu techniky se skládá z vizuální a měřicí kontroly s odpovídající dokumentací.

Výhody měření společnosti TTEngineering se systémem Limos:

- Právně průkazný výsledek (povinnost zajistit bezpečnost provozu / odpovědnost správce komunikace / odpovědnost za stavbu / povinnost péče)
- Zkouška únosnosti a stability založení (stožár a základ)
- Bez omezení dopravy
- Nedestruktivní zkouška
- Reprodukovatelné
- Systém walk-by (lze měřit vše, co je dostupné pěšky)
- Přehledné vyhodnocení v Excelu
- Individuální protokoly o zkoušce s fotografiemi
- GPS souřadnice se zaznamenávají při každém měření
- 1000× ověřeno

Praktické příklady použití

Ve vaší oblasti odpovědnosti (dálnice/silnice/parkoviště/území obce/průmyslové areály/hotelové areály...) splňte svou povinnost a nechte stabilitu ověřit měřením systémem Limos. Podle stavu obdržíte garantované období stability do dalšího kontrolního intervalu, maximálně 8 let.

Máte stožár poškozený korozí/nehodou/podemletím základu... a potřebujete zjistit únosnost a stabilitu založení... systém Limos to umožňuje okamžitě změřit a vyhodnotit přímo na místě. I zde získáte garantované období stability do dalšího kontrolního intervalu.

Reengineering

Stávající stožár má být osazen dodatečnými nebo novými zátěžemi (značky/reklamní tabule/kamery/jiná svítidla atd.). Je nutný statický průkaz. Zatímco běžný statický výpočet vychází ze standardních materiálových vlastností, systém Limos umožňuje na základě skutečného stavu stožáru a základu stanovit pro tyto zatěžovací případy garantovaný výrok odpovídající normě.

Stožáry pro světlomety | **Autobus / železnice** | **Speciální řešení**

Právní základy a parametry

Další právní základy pro veřejné osvětlení

Povinnost provozovat veřejné osvětlení není výslovně upravena zákonem. Povinnost provozu veřejného osvětlení je odvozována z různých právních norem a judikatury.

- **Povinnost zajistit bezpečnost provozu podle § 1295 ABGB**
  Každý, kdo na svém pozemku nebo na pozemku pod svou správou umožní nebo udržuje provoz osob, musí zajistit jeho bezpečnost.
- **Odpovědnost správce komunikace podle § 1319a ABGB**
  Je-li v důsledku vadného stavu cesty usmrcena osoba, utrpí újmu na těle či zdraví nebo dojde k poškození věci, odpovídá za náhradu škody ten, kdo je jako správce odpovědný za řádný stav cesty, pokud on nebo jeho zaměstnanci vadu způsobili úmyslně nebo hrubou nedbalostí. Správcem cesty je ten, kdo nese náklady na její zřízení a údržbu a má dispoziční oprávnění, a musí zajistit potřebná opatření.

- **Odpovědnost za stavbu podle § 1319 ABGB**
  Venkovní, resp. veřejné osvětlení je ve smyslu § 1319 ABGB „zřízeným dílem“. Vlastník stavby odpovídá, pokud části stavby spadnou nebo se uvolní a tím způsobí škodu.

Ve vztahu k veřejnému osvětlení odpovídá vlastník - pokud provoz nesvěří odborné firmě - také za elektrotechnickou bezpečnost, zejména funkci ochranných opatření.

Právní podklady ke stažení: klikněte zde!

Parametry pro stanovení dynamických vlastností

Hmotnost a plochy vystavené větru u přídavných hmot:

Svítidlo
Značky
Ostatní nástavby

Kmitající hmotnost stožáru, materiálové vlastnosti:

Průměr stožáru
Výška stožáru nad úrovní terénu
Kuželovitost
Materiál
Teplota pro korekci materiálových vlastností
Hustota
Stáří stožáru

Založení stožáru (rotační pružina):

Tuhost zeminy (vlastnosti podloží)
Poškození (např. koroze v zemině nebo v oblasti přechodu zemina/vzduch)
- Montážní nedostatky

Databáze CBR obsahuje různé typy stožárů a charakteristiky kmitání pro účely porovnání.



Vyhodnocení Limos

Dokumentace

Každé měření je dokumentováno individuálním protokolem o zkoušce ve formátu PDF a obsahuje mimo jiné:

- Fotografie měřeného objektu a případných poškození.
- GPS polohu
- Interval kontroly / datum kontroly
- Zařazení do tříd stability
- Komentáře a případné pokyny k opatřením

Více měření je přehledně shrnuto v tabulce Excel, která rovněž obsahuje všechny důležité informace.

Veškerá dokumentace (naměřené hodnoty / protokoly o zkoušce / vyhodnocení) je u poskytovatele licence vyhodnocovacího softwaru uchovávána v právně průkazné podobě nejméně 15 let.

Vizuální posouzení

Kontrola stožáru a základu na zjevná poškození (trhliny, promáčkliny, rez, sedání základu, nechtěný náklon atd.)
- Kontrola stavu povrchu (koroze u žárově zinkovaných povrchů, stav případného jiného nátěru/povlaku - barva, ochranné nátěry atd.)
- Vizuální kontrola koroze, mechanického poškození a úbytku průřezu.
- Fotografická dokumentace (celkový pohled, svítidlo, pata stožáru a v případě potřeby také fotografie značek, kotevních prvků, poškození, rzi, nátěru, základu, výložníků atd.)
- Dokumentace podmínek měření, např. teploty a počasí
- Stanovení souřadnic polohy pomocí GPS (zeměpisná délka, šířka)

Vyhodnocení probíhá pomocí softwaru Limos a v zásadě posuzuje a analyzuje:
- Surové spektrum a vyhlazené spektrum
- ANPSD (Averaged Normalized Power Spectrum Density)
- Všechny relevantní vlastní frekvence
- Vlastní tvary a základní frekvence
- Kritické tlumení dominantní vlastní frekvence
- Intenzitu kmitání pro vybrané frekvence
- Rozpoznávání vzorů na základě referenční databáze (CBR)

Poklesy frekvence naznačují snížení účinné tuhosti systému, které může být způsobeno například zvýšeným třením v trhlinách, úbytkem průřezu v důsledku koroze nebo jinými typy poškození.
Stanovené parametry tlumení poskytují informace o tom, jak je odváděna dodaná energie. Pohyb v trhlinách (tření), poškozená místa a vlastnosti základu mají zásadní vliv na chování tlumení.
Analýza vlastních tvarů identifikuje dominantní vlastní frekvence a příslušné tvary kmitání. Díky tomu lze určit vysoce namáhané oblasti a ověřit podmínky uložení.





Provádění měření

Veškerá měření se provádějí pomocí speciálně vyvinutých rekordérů Limos. Naměřená data, fotografie, všechny vstupní parametry, časová razítka a GPS souřadnice jsou tak bezchybně přiřazeny měřenému objektu.
Měřicí řetězec se skládá z:
- Tablet PC s integrovaným GPS senzorem a kamerou.
- Snímač kmitání - 3D akcelerometr

Snímač kmitání se upevní na dřík stožáru. Buzení kmitání se provádí ručně nebo gumovým kladivem ve dvou prostorových osách navzájem pootočených o 90°. V každé ose se parametry kmitání zaznamenávají dataloggerem po definovanou dobu. Ruční zadání údajů o testovaném objektu probíhá během měření. Měření lze dokončit pouze tehdy, jsou-li zadány všechny potřebné údaje a uložena všechna data z dataloggeru.

Na následujících dvou stranách je uveden vzor protokolu o zkoušce!

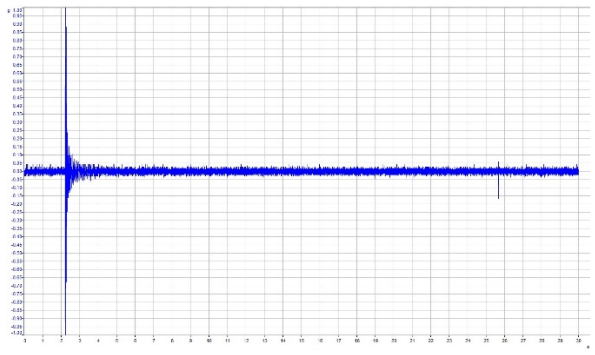
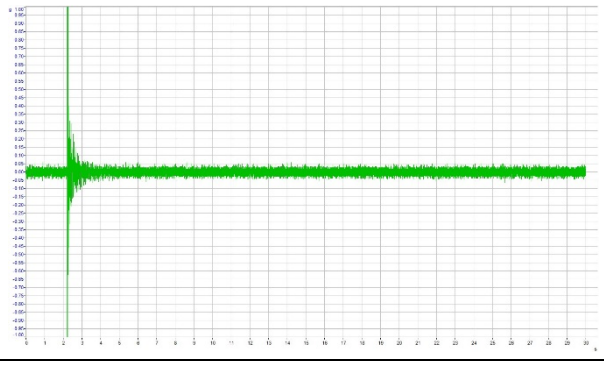
Údaje o stožáru:

ID stožáru	220000
Lokalita	Vzorový okres, Vzorová ulice
GPS souřadnice	49,##### N / 16,##### E
Materiál stožáru	Ocel
Výška	7 m
Výložník nad 2,5 m	Ne
Výložník 0,75-2,49 m	Ano: 1
Hlavice / svítidlo	Ano: 1
Kotvení	Ne
Kotvení s vysokým zatížením	Ne
Označení nad 3 m	Ne
Plocha označení	-
Vegetace	Žádná
Kategorie stožáru	Kat. 1

Protokol o zkoušce:

Teplota, počasí	24°C, slunečno
Nátěr	zvětralý
Koroze	mírná
Staticky relevantní zjištění	-
Poznámky a doporučená opatření	Obnovit ochranu proti korozi
Výsledek	Třída A - Stožár je stabilní
Další doporučená zkouška	za 6 let

Měřicí diagram:

Buzení ve směru Y	Buzení ve směru Z
	

Fotografie:





Zhotovitel	Zkoušející Hodnotitel	Datum zkoušky	Podpis
	Mustermann1 Mustermann2	2026-08-01	

Reengineering

Po provedení měření stability a záznamu kmitání pro stanovení vlastností základu lze na normově relevantních místech stožáru provést napěťový průkaz pro změněná zatížení.
Mechanické rozměry jako podklad pro statické posouzení se zaznamenávají při měření stability.
Případné přírubové desky a/nebo spojky na dříku stožáru nejsou standardně zahrnuty do statického posouzení. Na přání lze tyto průkazy za příplatek doplnit.
Základem návrhu pro stožáry do 20 m LPH je DIN/EN 40-3-3.

Použití:

- Nové typy svítidel
- Přestavba světlometových zařízení na LED
- Dodatečná zatížení, např. značky, květinové koše, vánoční osvětlení atd.

Výsledek:

- Využití v normově relevantních místech
- Vodorovná deformace
- PDF výpočtu se všemi parametry

Stožáry mají stejně jako všechny inženýrské konstrukce omezenou životnost. Ocelové, hliníkové i nerezové stožáry jsou vystaveny řadě negativních vlivů:

- Vlhkost zvenčí i zevnitř (déšť, psí moč, kondenzát, kyselé agresivní půdy atd.)
- Řada zatížení (vítr, značky, výložníky, kotvení atd.)

Tyto faktory vedou v průběhu času k únavě materiálu a korozi. Zejména koroze může v důsledku úbytku průřezu vést k výraznému snížení únosnosti. Pro zajištění stability jsou nezbytné zkoušky stability podle současného stavu techniky a je nutné je provádět v pravidelných intervalech. Každý provozovatel zařízení má povinnost stabilitu kontrolovat a dokumentovat. Zařízení starší než 30 let, která dosud nebyla zkontrolována metodami odpovídajícími současnému stavu techniky, musí být v každém případě zkontrolována. (Porušení povinnosti péče (5Ob118/19t))

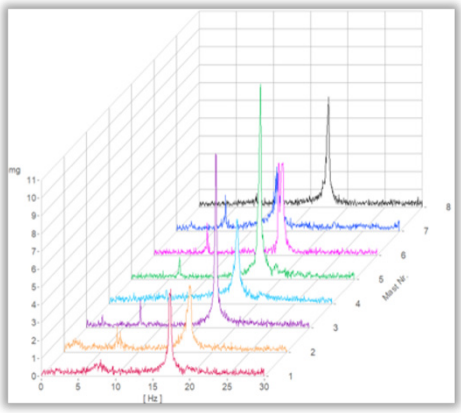




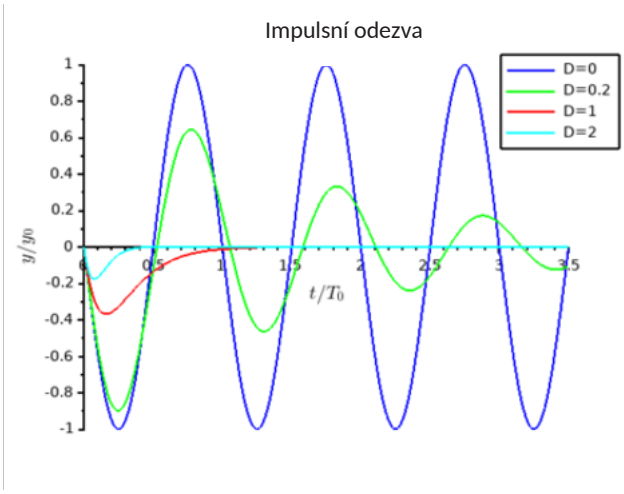
Stanovení tuhosti systému ze systémové frekvence / frekvencí (fe)

$$f_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{Cgen}{Mgen}} = \frac{\omega_e}{2\pi}$$

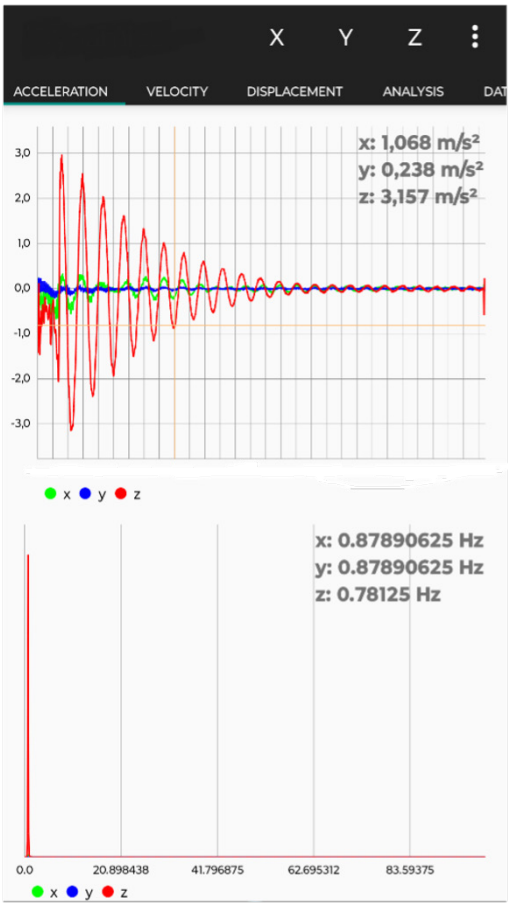
Mgen,	zobecněná hmotnost
Cgen,	zobecněná tuhost



Máme-li model stožáru, lze z naměřené vlastní frekvence stanovit a porovnat tuhost systému. (Databáze CBR: Case-Based Reasoning) Úbytek průřezu např. v důsledku koroze snižuje tuhost systému!
Je-li buzením Diracův impuls (impulsní kladivo), výpočet se provede inverzní Laplaceovou transformací a následně se řeší Eulerovým vzorcem. Je-li buzením posunutí (ruční buzení), postačuje explicitní Eulerova metoda.
Při zkoušce volného doznění stanovujeme tlumení kmitání a můžeme tak usuzovat jak na vlastnosti základu, tak na možné poškození stožáru (např. trhliny zvyšují tlumení, protože představují dodatečné tření).

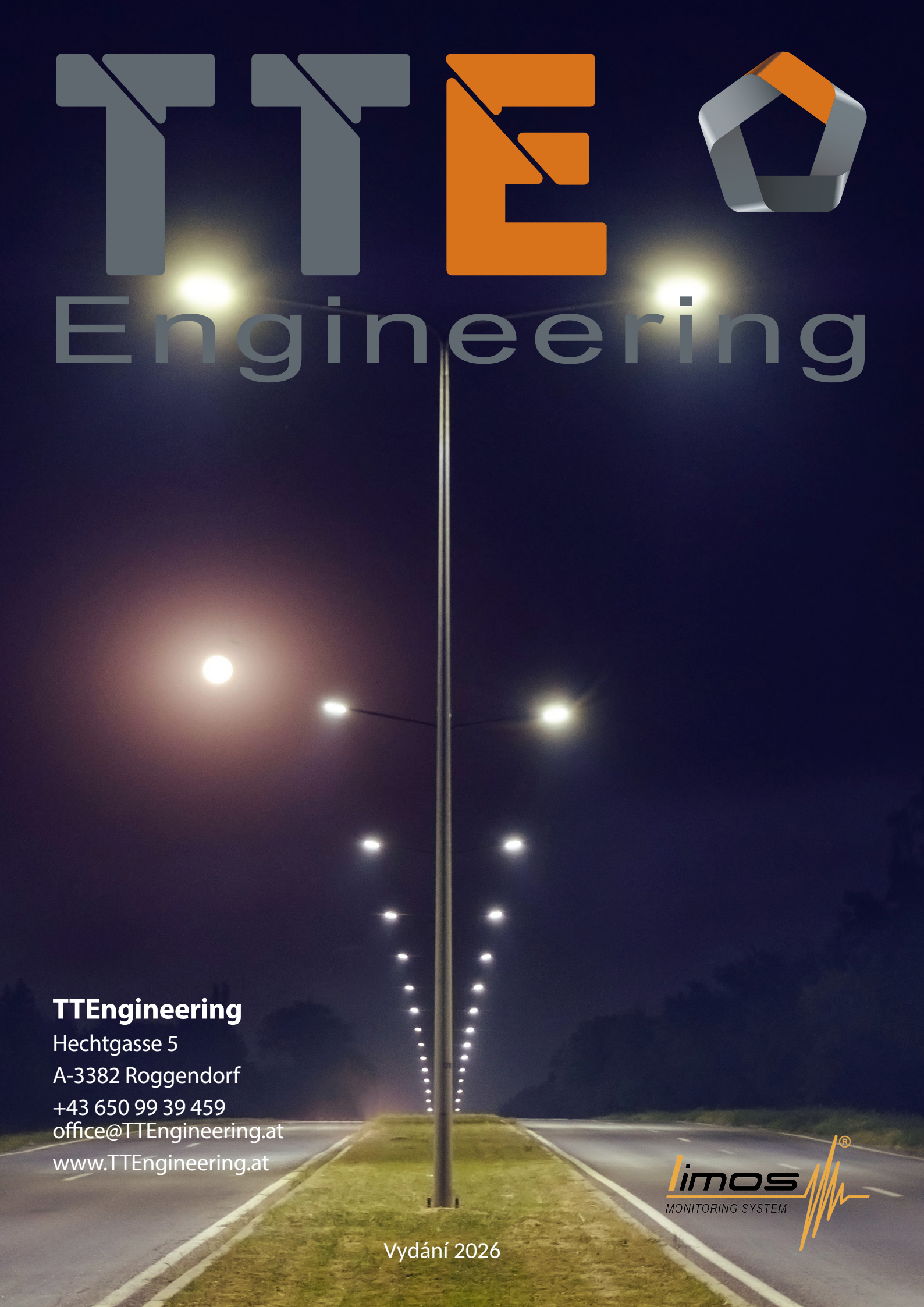


$D < 0$	$-\frac{p_\delta}{m\omega_d} e^{-\delta t} \sin(\omega_d t)$	nestabilní systém
$D = 0$	$-\frac{p_\delta}{m\omega_0} \sin(\omega_0 t)$	netlumené kmitání
$0 < D < 1$	$-\frac{p_\delta}{m\omega_d} e^{-\delta t} \sin(\omega_d t)$	tlumené kmitání
$D = 1$	$-\frac{p_\delta}{m} t\, e^{-\delta t}$	aperiodický mezní případ
$D > 0$	$\frac{p_\delta}{2m\omega_d} \left(e^{-(\delta+\omega_d)t} - e^{-(\delta-\omega_d)t}\right)$	plíživý případ



TTE

Engineering



TTEngineering
Hechtgasse 5
A-3382 Roggendorf
+43 650 99 39 459
office@TTEngineering.at
www.TTEngineering.at

limos® MONITORING SYSTEM

Vydání 2026