



Centrum Excelence Telč

pro interdisciplinární výzkum kulturního dědictví



David mezi Goliáši – nejmenší
z center excelence OP VaVpI

Co je CET?

CET – Centrum excellence Telč je projekt Ústavu teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd České republiky, v. v. i., který je realizován za finanční podpory Evropské unie a České republiky prostřednictvím strukturálních fondů a prostředků ze státního rozpočtu alokovaných do Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace pro roky 2007–2013.

Projekt CET vznikl především proto, aby přispěl k rozvoji české a evropské vědy vybudováním Evropského centra excellence jako špičkového vědeckého pracoviště s unikátním výzkumným programem a mezinárodním dosahem zejména v širokém oboru **výzkumu kulturního dědictví** a napomohl současnému základnímu i aplikovanému výzkumu lokalizovanému v kraji Vysočina a městě Telč dosáhnout špičkové úrovně. Jeho smyslem je nejen zapojit aktivity realizované v tomto regionu do evropského výzkumného prostoru, ale otevřít jej světu i vytvořením podmínek příznivých pro spolupráci s dalšími výzkumnými a vysokoškolskými institucemi v ČR i ve světě sestavováním společných týmů nebo získáváním externích spolupracovníků. Chce ale podporovat také spolupráci se soukromým sektorem.

CET pokračuje ve výzkumu Centra excellence ARCCHIP, které v roce 2000 získalo podporu Evropské komise v programu INCO jako jedno ze tří center excellence v České republice. Od té doby byl výzkum podpořen řadou národních grantů, šestnácti granty programů Evropské komise zejména v tzv. rámcových programech výzkumu a vývoje, dvěma granty americké National Science Foundation a několika bilaterálními projekty. Nejvyšším oceněním bylo získání Grand Prix Evropské komise spolu s cenou Europa Nostra za nejlepší výzkum v oblasti kulturního dědictví v roce 2009 jako partneři v projektu Noah's Ark.

Centrum excellence Telč je zřízeno pro výzkum materiálů a konstrukcí, zejména historických, a je vybaveno jedinečnou infrastrukturou speciálně navrženou a vyrobenou pro získávání základních poznatků i pro ověření aplikačního a inovačního potenciálu nově vyvinutých technologií diagnostiky, prodloužení životnosti, preventivní ochrany a záchrany i dlouhodobě udržitelného užívání stávajícího stavebního fondu. Tato infrastruktura sestává zejména z klimatického větrného tunelu Čenka Strouhala ekologicky a ekonomicky optimalizované velikosti pro výzkum stavebních materiálů a technologií a vybaveného v ústavu vyvinutými měřicími a simulačními nástroji, z unikátního pracoviště pro rentgenovou velkoplošnou mikro- a nanotomografii s vysokým rozlišením a z dalších výzkumných modulů specifických databází a nástrojů pro výzkum a monitorování vlivu klimatu a jeho změn na chování a životnost materiálů a konstrukcí včetně architektonického dědictví i jedinečným mobilním systémem pro specifické úkoly záchrany kulturního dědictví v nouzových situacích.

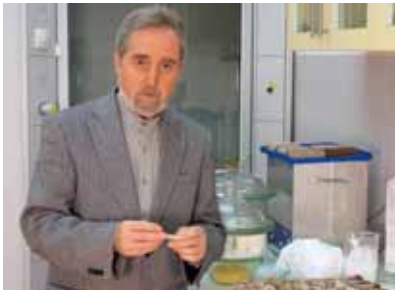
Výzkumný program

Výzkumný program **Materiály, technologie a metody pro dlouhodobou udržitelnost hmotného kulturního dědictví** je členěn na tři pracovní balíčky, které zohledňují specifika vybudované jedinečné infrastruktury a vzájemnou součinnost:

- * Modelování chování historických i moderních materiálů a konstrukcí při synergickém působení klimatických činitelů
- * Studium životnosti a degradačních procesů v konstrukčních materiálech a jejich povrchových úpravách pokročilými experimentálními metodami
- * Materiály, technologie a metody pro dosažení dlouhodobé udržitelnosti památek

Výstupy výzkumného programu

Výstupy zahrnuje zejména vypracování a ověření metod charakterizace technických, převážně historických materiálů, poznání a možnosti řízeného ovlivňování deformačních a degradačních procesů v těchto materiálech, metody odhadu a způsoby prodlužování životnosti objektů kulturního dědictví i stavební infrastruktury, jejich záchrany a ochrany pomocí vhodných konzervačních materiálů, postupů a technologií restaurátorských zásahů kompatibilních s hodnotami památky a zohledňujících nově získané znalosti o mechanismech degradace historických materiálů působením vnějšího zatížení a prostředí. Zvláštní pozornost bude zaměřena na analýzu historických materiálů a technologií a identifikaci možností jejich znovuzavedení do památkové či širší stavební praxe.



Vybudovaná infrastruktura bude sloužit jako pracoviště pro činnost vědeckého a výzkumného týmu, který zde bude pracovat na třech dlouhodobých výzkumných aktivitách, pracovních balíčcích, které se vzájemně doplňují, ale každý může plnit specifické úkoly i samostatně.

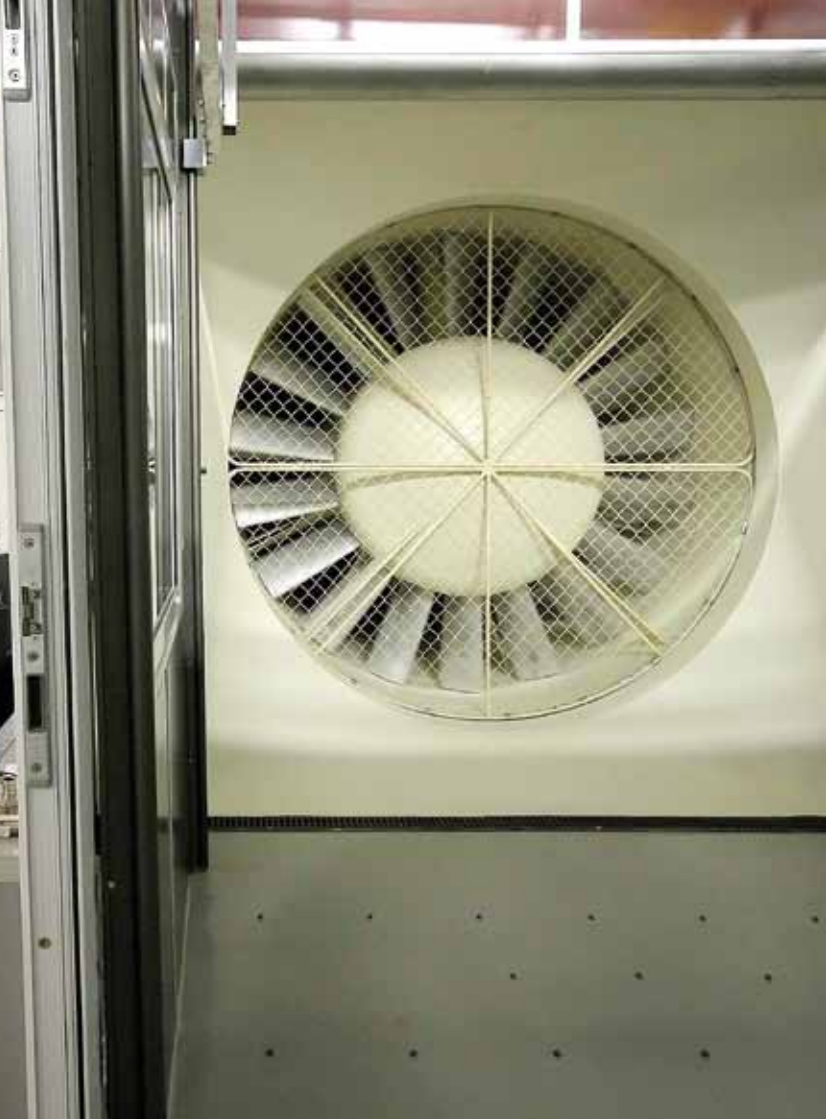
Vědeckým garantem výzkumného programu je **profesor Ing. Miloš Drdáký, DrSc., dr. h. c.**

Modelování chování historických i moderních materiálů a konstrukcí při synergickém působení klimatických činitelů

Vědeckým cílem balíčku úloh je vytvoření modelů interakcí těles s okolním prostředím při využití znalostí získaných numerickým i experimentálním modelováním působení větru na stavební objekty včetně památek s uvážením vlivů dalších povětrnostních faktorů – teploty a jejích náhlých nebo cyklických změn i deště. Dalším cílem je získání nových poznatků a znalostí pomocí dlouhodobého a udržitelného monitoringu a modelování chování reálných konstrukcí dlouhodobě vystavených účinkům povětrnosti a náchylných ke kmitání a poškození vysokocyklovou únavou. Výstupem vědeckých projektů budou návrhy na řešení otázek aeroelastického a aerodynamického chování konstrukcí, modely a návrhy opatření na zvýšení pohody prostředí v sídelních útvarech a v okolí dopravních staveb při uvážení poznání a simulace nejvýznamnějších klimatických parametrů, jako je vítr, teplota, solární radiace, déšť a vlhkost, působících na budovy, historické objekty a památky.

Vědeckým garantem balíčku úloh je **docent Ing. Stanislav Pospíšil, Ph.D.**

Vedoucím laboratoře klimatického tunelu Vincence Strouhala je **prof. Ing. Sergej Kuzněcov, DrSc.**



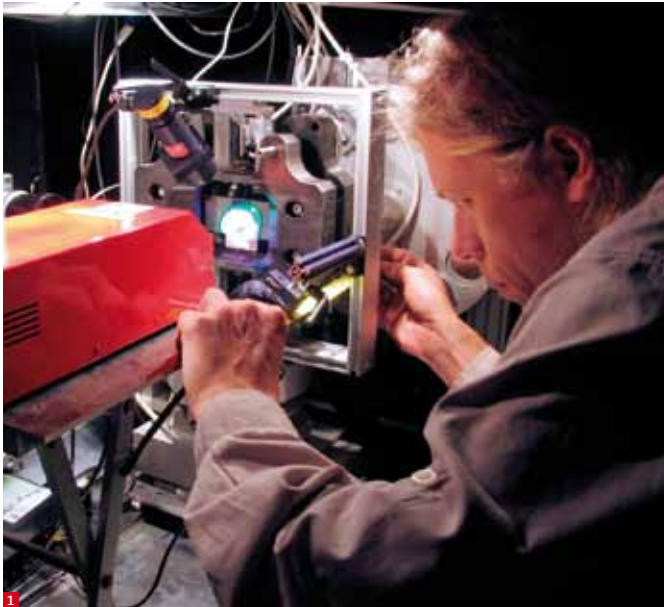
Studium životnosti a degračních procesů v konstrukčních materiálech a jejich povrchových úpravách pokročilými experimentálními metodami

Vědeckým cílem druhého balíčku úloh je získání nových poznatků o stárnutí a korozi materiálů, zejména kovů, kamene a anorganických kompozitů, a nalezení optimálních způsobů jejich povrchové ochrany. Budou vytvořeny modely degradace materiálů a kalibrovány a verifikovány pomocí infrastruktury centra, dlouhodobého monitoringu a studia chování materiálů v reálných klimatických podmínkách. Dalším cílem je získání dat o životnosti historických materiálů, návrh metodiky a realizace monitorování chování materiálů a konstrukcí včetně sledování poruch na památkách. Dílčím cílem je vytvoření inovované a udržované databáze stavebních vad a poruch. S ohledem na naplnění zmíněných vědeckých cílů CET vybuduje odpovídající unikátní experimentálně-analytickou infrastrukturu, která bude využitelná i pro obecnější úlohy. Tento výzkumný balíček proto plánuje vývoj nových experimentálních metod včetně vypracování návrhu nových nebo inovovaných metodik, přístrojů a zařízení zejména pro zkoušení dřeva a anorganických kompozitů. Výzkumné úlohy tohoto balíčku budou hlavními uživateli modulu radiografie a mikrotomografie a speciálních klimatických a analytických laboratoří, materiálových analýz a modulu centra databáze a monitorování nově vybudované infrastruktury.

Vědeckými garanty balíčku úloh jsou

Ing. Daniel Vavřík, Ph.D., (1) za oblast radiografie

Ing. Kateřina Kreislová, Ph.D., (2 vpravo) za oblast koroze materiálů



Materiály, technologie a metody pro dosažení dlouhodobé udržitelnosti památek

Cílem výzkumu je návrh, vývoj a ověření nových materiálů a technologií kompatibilních s historickými materiály a technologiemi, zaměřených na konsolidaci a restaurování degradovaných historických materiálů, na prodloužení jejich životnosti a životnosti památkových objektů. Dalším cílem je návrh systému analýzy dopadů přírodních katastrof a jiných hrozeb na stavební fond se zvláštním zřetelem k udržitelnosti kulturního dědictví a navržení postupů a technologií vedoucích ke zmírnění škod způsobených tímto nebezpečím. Mezi přírodní nebezpečí (zejména zemětřesení, povodně a sesuvy půdy) jsou zahrnovány i účinky povětrnostních faktorů. Tento balíček se bude zabývat i vývojem metodiky optimalizace záchranných zásahů za použití mobilních diagnostických laboratoří v nouzových situacích. Významným cílem je vytvoření metodik a nástrojů pro posuzování a hodnocení dopadů rozvojových programů (cestovní ruch, lokalizace, nová architektura apod.) na udržitelnost památkových a socioekonomických kvalit historických sídel a nástrojů pro integraci památek do urbanizovaného prostředí.

Vědeckým garantem balíčku úloh je **Ing. Zuzana Slížková, Ph.D.**

Významným modulem výzkumné infrastruktury bude zejména **mobilní laboratoř** vybavená pro nasazení při živelních pohromách, průmyslových haváriích nebo na obtížně dostupných památkách a konstrukcích či na archeologických nalezištích. Za činnost odpovídá **Ing. Jan Válek, Ph.D.**

Dále CET provozuje několik **monitorovacích stanic** pro výzkum vlivu klimatických a povětrnostních parametrů na chování technických materiálů a památkových objektů. Důležitou infrastrukturou jsou i dlouhodobě budované **databáze** vlastností historických materiálů, poruch, dynamické odezvy mostů a stožárů telekomunikací.



MC 08

EU

Mechanically modified lime mortars in the Czech restoration practice

Josef Holický

Abstract

1. Introduction

2. Materials and Methods

3. Results and Discussion

4. Conclusions

5. Acknowledgements

6. References

7. Appendix

8. Bibliography

9. Summary

10. Keywords

Thermal Analysis

Thermal Analysis is a group of techniques used to study the changes in physical and chemical properties of a material as a function of temperature.

DSC	TGA
DTG	DTA
TMA	QCM

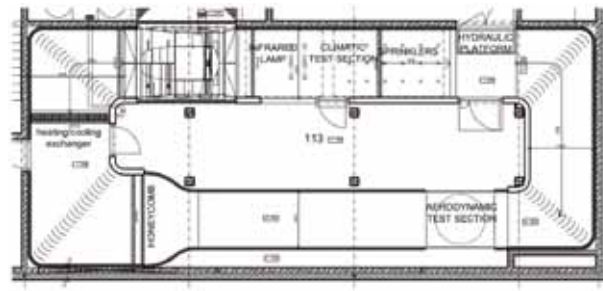
www.thermo.com

CET – Klimatický větrný tunel „Vincenc Strouhal“

CWT – navržen jako uzavřený okruh s řízením rychlosti větru a teplotních podmínek. Skládá se z klimatické a aerodynamické části. Aerodynamická část nabízí dobře vybavené podmínky ke studiu účinků větru na modelových prototypch ve zmenšeném měřítku, vybavení klimatické části se využívá pro vyšetřování vlivů kombinace účinků větru, proměnlivé teploty, deště a tepelného záření na materiály a konstrukce. Nedílnou součástí vybavení tunelu jsou diagnostické a měřicí přístroje, systém pro sběr dat, systém přímého měření tlaku na povrchu, přístroje pro přesnou termo-anemometrii a řada dalších příslušenství.

Pomocí tepelného výměníku lze simulovat teplotní cyklus se střídáním teplot v celém tunelu v rozsahu -5 až $+30$ °C v relativně krátkém časovém intervalu. V této části o profilu $2,5 \times 3,9$ m může být rychlost větru regulována v rozmezí $0,8$ – 18 m/s (v závislosti na poloze vertikálně pohyblivého stropu). Intenzita deště spolu s velikostí kapek je upravována tak, aby se modelovaly účinky odpovídající mrholení nebo silnému dešti. Tepelné záření dodává systém se čtyřmi infračervenými lampami s výkonem 8 kW a maximálním rozptylovým kuželem 60° .

V tunelu vytvořená námraza na mostním lanu (1) a pronikání větrem hnané dešťové vody do gotické fiály (2).

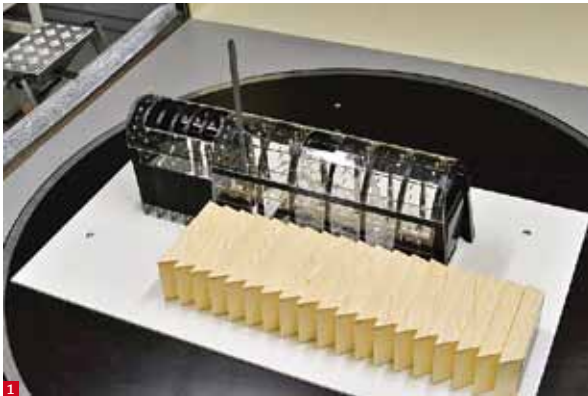


Aerodynamický úsek

Úsek je vybaven pro experimenty v oblasti studia účinků větru na konstrukce, větrných charakteristik, lokálních podmínek proudění větru, komfortu chodců, aero-elastické odezvy konstrukce, difúze, rozptylu znečišťujících látek v ovzduší, vlivů proudění na tepelné ztráty budov a větrání, účinků větru na komunikační infrastrukturu – mosty, stožáry, vysílače – a pro výzkum získávání větrné energie.

Pracovní prostor aerodynamické sekce je obdélníkového průřezu 1,9 (šířka) × 1,8 m (výška). Celková délka proudovodu aerodynamické části je 11 metrů, včetně části pro vývoj turbulentní mezní vrstvy. Simulace mezní vrstvy atmosféry s požadovanými charakteristikami vychází z použití prvků, jako jsou mříže, Counihanovy generátory, bariéry a podlahové desky s různou drsností. Rozsah rychlosti větru v prázdné pracovní sekci je 1,5–33,8 m/s (s úpravami až 50 m/s).

Modelové zkoušky moderní architektury. (1) Generátory turbulence. (2)



Laboratoř rentgenové radiografie a počítačové tomografie

Největší pixelový detektor ionizujícího záření na světě:

Fyzické rozlišení kamery (pixel size): $55 \times 55 \mu\text{m}^2$

Počet pixelů: 2560×2560 (6,5 MPx)

Citlivá plocha: $14 \times 14 \text{cm}^2$

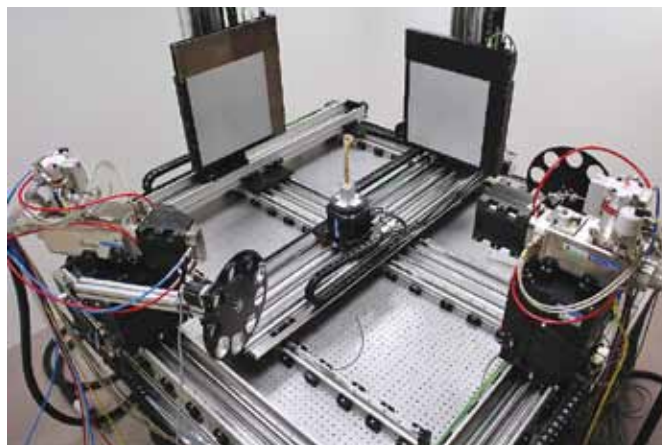
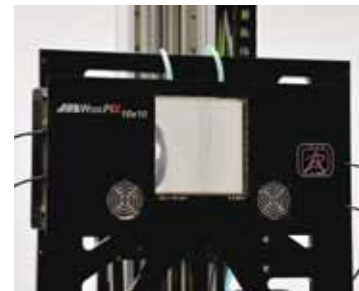
Rychlost čtení: 1,5 snímků/sec.

Kombinuje výhody tomografie se dvěma zdroji
a dvěma energiemi

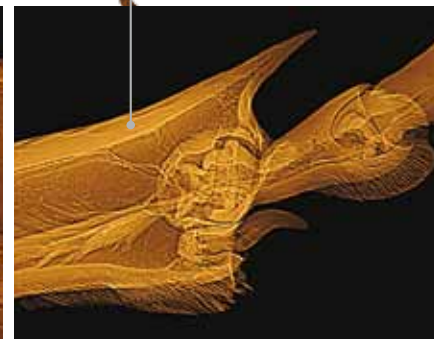
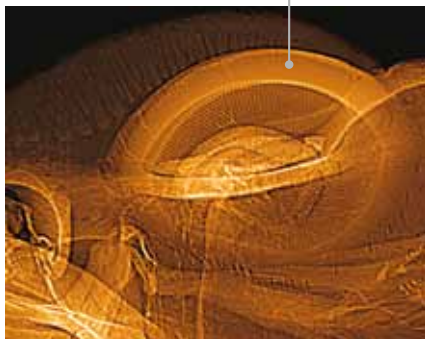
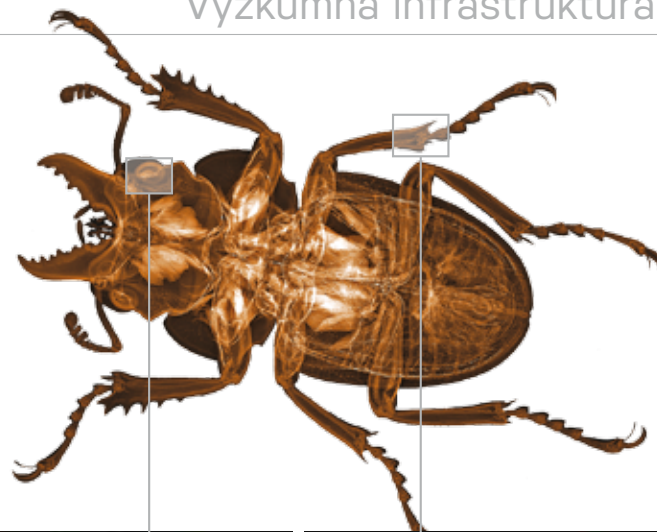
- * dvě rozličná spektra
- * dvě rozdílná zvětšení
- * dvojnásobné zrychlení rychlosti sběru dat

- * **2x rentgenka**
- * **2x detektor** – vyměnitelný
- * **16 motorizovaných os** – řízených v reálném čase
- * **absolutní měřicí systém** – přesnost lepší než $1 \mu\text{m}$
- * **vysoce přesný rotační stolek** – přesnost $\sim 200 \text{nm}$
- * **HW & SW pro korekci tvrdnutí svazku**
- * **CT rekonstrukční software Volex** – EZRT
(Fraunhofer-Entwicklungszentrum
Röntgentechnik)

Laboratoř je plně k dispozici pro společné výzkumné projekty i pro smluvní výzkum.

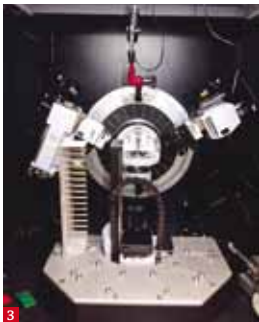


Příklady: CT rekonstrukce hlodavčí lebky a rentgenová radiografie s vysokým rozlišením – střevlík



Laboratoře materiálových analýz

Příprava vzorků. (1) Ramanovská a FTIR mikroskopie. (2) XRD analýzy. (3) SEM mikroskopie. (4) Termická analýza. (5)



Laboratoře fyzikálních vlastností a životnosti

Klimatické komory. (1) Porozimetrie. (2) Nanoindentace. (3) Biaxiální zatěžovací rám (tah/tlak/torze). (4) Dilatometrie. (5) Solná komora. (6)



1



2



3



4



5



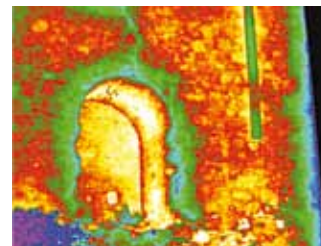
6

Mobilní laboratoř

Mobilní laboratoř je vybavena pro nasazení v terénu, např. při živelních pohromách, průmyslových haváriích nebo na obtížně dostupných památkách a konstrukcích či na archeologických nalezištích. Dále CET provozuje několik monitorovacích stanic pro výzkum vlivu klimatických a povětrnostních parametrů na chování technických materiálů a památkových objektů. Důležitou infrastrukturou jsou i dlouhodobě budované databáze vlastností historických materiálů a jejich poruch. Mobilní laboratoř je vybavena automobilem s pohonem 4×4 a bohatou sadou diagnostických přístrojů pro analýzu fyzikálních a mechanických vlastností různých materiálů, např. pro:

- * **diagnostiku dřevěných konstrukcí** (odporová mikrovrtáčka Resistograph 4453-S, zařízení pro zkoušku ohybové pevnosti vývrtu Fraktometr II, ultrazvukový tomograf Microsecond Timer 3D – 10 kanálů, videoskop VideoProbe XLGo+, včetně několika režimů pro měření rozměrů, zarážecí indentor Pilodyn 6J Forest, ruční mobilní digitální mikroskop G20 Advanced Pack 60× & 150×, přírůstkové vrtáky od třech různých výrobců, vlhkoměr hrotový WHT860, vlhkoměr příložený L620),
- * **diagnostiku zděných a betonových konstrukcí** (plynová permeabilita Torrent, mikrovlnné vysokofrekvenční měření vlhkosti v hloubkách 0–5cm, 5–15cm a 15–30cm, planžetová pila pro odběr vzorků, souprava pro odběr malých jádrových vzorků zdiva (prům. 25 mm), Schmidtovo kladivo na beton a kámen, endoskop),
- * **monitorovací stanice** (datalogery pro monitoring T a RH, bezdotykový infrateploměr do 1000 °C, monitoring povrchových teplot, univerzální měřiči ústředna s 9 vstupy se senzory na T, RH, tlakové a tahové síly a posuvy), georadar, termovize a další.

Příklad měření v terénu – zřícenina hradu Hollenburg v Rakousku.



Přehled laboratoří Centra excelence Telč

WP1 Klimatický větrný tunel

Garant výzkumu: **doc. Ing. Stanislav Pospíšil, Ph.D.**

Klimatický větrný tunel „Vincenc Strouhal“

Vedoucí laboratoře: **prof. Ing. Sergii Kuznetsov, DrSc.**

WP2 Radiografie a neutronografie

Garant výzkumu: **Ing. Kateřina Kreislová, Ph.D.**

Laboratoř výzkumu degradace a ochrany materiálů

Vedoucí laboratoře: **Ing. Jiří Frankl, Ph.D.**

Garant výzkumu: **Ing. Daniel Vavřík, Ph.D.**

Laboratoř rentgenové a neutronové radiografie

Vedoucí laboratoře: **Ing. Ivana Kumpová**

WP3 Historické materiály, konstrukce a sídla

Garant výzkumu: **Ing. Zuzana Slížková, Ph.D.**

Laboratoř porozimetrie, mikroskopie a optických metod

Vedoucí laboratoře: **Denis P. Flynn, Ph.D.**

Laboratoř fyzikálně chemických analýz a materiálových inovací

Vedoucí laboratoře: **Dr. Alberto Viani, Ph.D.**

Laboratoř mobilní diagnostika a dřevo

Vedoucí laboratoře: **Ing. Michal Kloiber, Ph.D.**

Laboratoř mechanických analýz a monitoring materiálů a konstrukcí

Vedoucí laboratoře: **Ing. Petr Šašek, Ph.D.**

Laboratoř udržitelnost památek a historických sídel

Vedoucí laboratoře: **MgA. Dana Macounová**

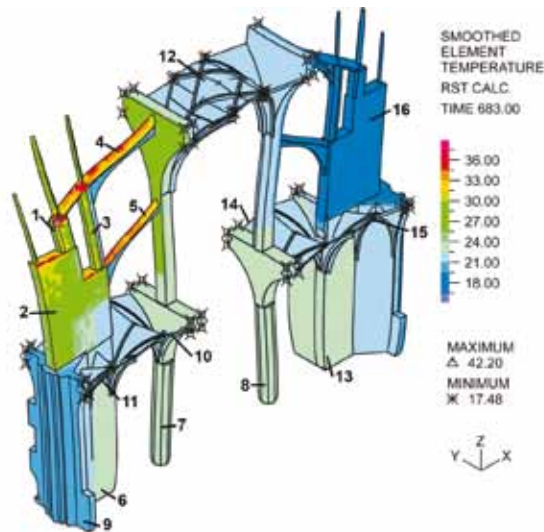
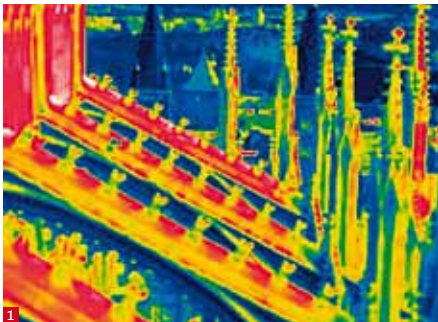
WP3 Vápenná pec – Centrum výzkumu výroby tradičních vápen

Vedoucí centra: **Ing. Jan Válek, Ph.D.**

Pomáháme budovám a materiálům lépe vzdorovat vlivům prostředí

Všichni víme, že historické materiály a památky chátrají vlivem povětrnosti. Jaké procesy však vedou k jejich degradaci? Jak rychle? Proč někdy vznikne porucha, a jindy ne? Jak se porucha šíří? Jak chování ovlivňuje struktura materiálů? Jak můžeme zvýšit životnost materiálů v agresivním prostředí? Jak působí kombinace větru, deště, teploty? Na tyto a řadu dalších otázek odpovídá projekt programu center excelentního výzkumu GA ČR P105/12/G059 **Kumulativní časově závislé procesy ve stavebních materiálech a konstrukcích.**

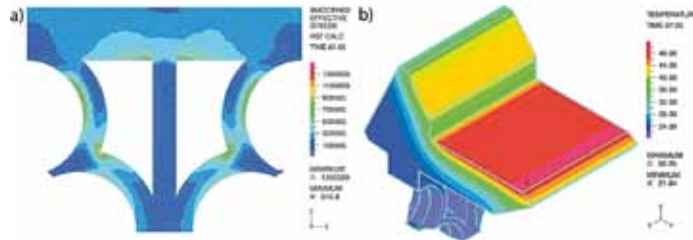
Rozložení teplot a charakter vyvolané deformace konstrukce katedrály sv. Víta v Praze dne 2. července 2006 v 11.00 hod. (1)



Pomáháme řídit kvalitu prostředí v památkách a muzeích

Mohou vznikat poruchy i uvnitř budov? Co víme o únavě v důsledku klimatických cyklů? Jaké prostředí je pro různé materiály bezpečné? Na tyto a řadu dalších otázek odpovídá kromě již zmíněného projektu programu center excelentního výzkumu GA ČR P105/12/G059 **Kumulativní časově závislé procesy ve stavebních materiálech a konstrukcích** i projekt programu NAKI MK ČR DF12P01OVV027 **Jednotný modulární systém dálkového on-line sledování environmentálních charakteristik deponitářů a expozic**. Tento projekt kromě stanovení vhodných parametrů prostředí vyvíjí systém shromažďující informace o teplotě, vlhkosti, intenzitě dopadajícího světla, vibracích, případně dalších, zejména chemických parametrech. Když zjistí, že vybočily z předepsaných mezí, pošle zprávu pracovníkovi muzea.

Nikdo je nepoškodil, a přece se zřítily jen únavou z klimatických cyklů. Kružby triforia Sv. Víta v Praze (1) i kostela Notre Dame du Sablon v Bruselu (2). Průběh efektivního napětí od ohřátí sluncem a průběh teplot způsobený ohříváním od slunce.





Pomáháme zmírnit nebo zabránit škodám z povodní a zvýšené vlhkosti

Jak ochránit památky před účinky povodní? Jaká preventivní opatření jsou přijatelná pro obyvatele historických sídel? Jak se mění vlastnosti materiálů při nasáknutí vodou? V jakém sledu organismy kolonizují památky po opadnutí povodně? Co by měly udělat orgány samosprávy pro zmenšení povodňových škod? Co má vědět o materiálech vlastník památky před povodní a po ní? Jak snižuje pevnost dřeva biotické napadení? Na takové otázky odpovídá projekt programu NAKI MK ČR DF11P01OVV009 **Metodika a nástroje ochrany a záchrany kulturního dědictví ohroženého povodněmi** a projekt GA ČR P105/11/P628 **Vliv mykologické degradace na mechanické vlastnosti nového a exponovaného konstrukčního dřeva.**

Náš výzkum zvyšuje odolnost staveb při zemětřesení

Jak ochránit památky před účinky zemětřesení? Jak zvýšit odolnost historické konstrukce či staré budovy proti dynamickým účinkům? Jaké prvky mohou zvýšit disipaci energie při otřesech? Jaké teorie použít pro odhad bezpečnosti objektů? Jak uvážit tuhost historických konstrukcí, zejména stropů? Co by měly udělat orgány samosprávy a státní správy pro zmenšení škod a ztrát při zemětřesení? Na takové otázky odpovídá projekt 7. rámcového programu EK NIKER (č. 244123) **New integrated knowledge based approaches to the protection of cultural heritage from earthquake induced risks.**

Výzkum historických tesařských spojů se zvýšenou disipací energie, výzkum smykové tuhosti historických stropních konstrukcí, výzkum zesilování zdiva z nepálených cihel proti účinkům zemětřesení.

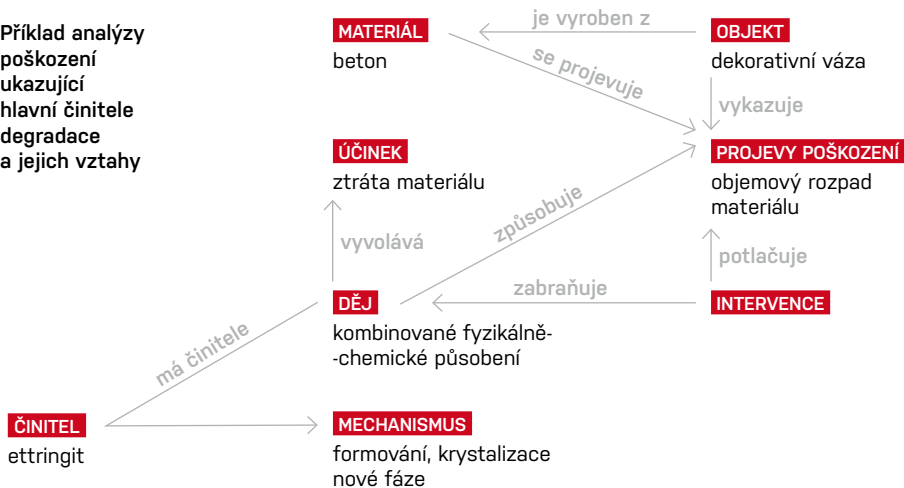


Učíme se z historických nezdarů, havárií a poruch – projekt MONDIS

Proč jsou data o poruchách a haváriích cenná? Co z nich můžeme získat? Jaké mohou být příčiny daného poškození? Jaký je obvyklý postup pro odstranění určité poruchy? Které druhy poškození daného typu materiálu jsou obvyklé? Jak poruchám zabránit? Projekt MONDIS buduje znalostní systém pro dokumentaci a analýzu poruch objektů kulturního dědictví, s jehož pomocí bude možné porozumět příčinným vazbám mezi poruchou, vnějším zatížením, materiály a technologiemi použitými ve stavební památce. Je podporován z programu NAKI DF11P01OVV002

Poruchy nemovitých památek: znalostní systém pro analýzu, návrh intervencí a prevenci.

Příklad analýzy poškození ukazující hlavní činitele degradace a jejich vztahy



Zkoumáme účinnost předchozích způsobů ochrany historických materiálů

Jak ověřovat účinnost zvolených postupů ochrany historických materiálů z hlediska trvanlivosti proti povětrnostním jevům? Mozaice Posledního soudu (1) na Pražském hradě by měl pomoci specializovaný senzor, který bude kontrolovat stálost odrazivosti a propustnosti ochranných vrstev pro světlo. Bude jedním z výsledků projektu programu NAKI MK ČR DF12P01OVV017 **Technologie údržby a konzervace mozaiky Posledního soudu a metody restaurování-konzervování středověkého skla** (řešeno ve spolupráci s VŠCHT Praha).

Jak jsou úspěšné v minulosti provedené opravy a ochrana významných památek? Jak zjistit stav historických materiálů pod povrchem bez jeho otevření? Jaké materiálové charakteristiky můžeme nedestruktivně určit pro přípravu opravy nebo restaurování? Odpovědi budou výsledkem projektu programu NAKI MK ČR DF11P01OVV027 **Vybrané památkové postupy pro zkvalitnění péče o sochařské a stavební památky** (řešeno ve spolupráci s Fakultou restaurování Univerzity Pardubice).

Testování georadaru pro diagnostiku Karlova mostu (2) a lokalizace podpovrchových defektů na reliéfu Neptuna ve státním zámku Telč pomocí termovize (3).





Odkrýváme tajemství starých mistrů

Jak staří mistři pálili vápno, aby byly malty pevné a trvanlivé? Jak ovlivňuje kvalitu výběr suroviny? Můžeme na historických maltách poznat jejich původ? Má smysl pro památkovou péči a ekologii znovu zavést pálení vápna přímo na velkých stavebních akcích? Na takové otázky odpovídá projekt programu NAKI MK ČR DF11P01OVV010 **Tradiční vápenné technologie historických staveb a jejich využití v současnosti.**

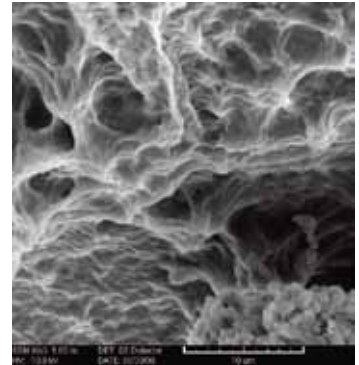
Experimentální vápenná pec speciálně navržena pro výzkum tradičních materiálů. Dr. Jan Válek řídí proces výpalu. (1)
Počátky hašení vápna vzdušnou vlhkostí. SEM 40 000×. (2)





Zkoumáme výkon historických materiálů pro potřeby návrhu nových technologií

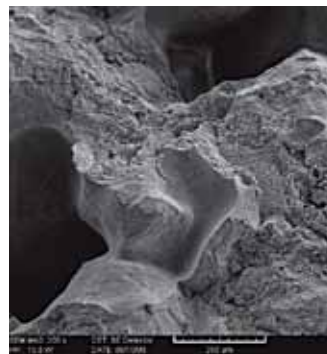
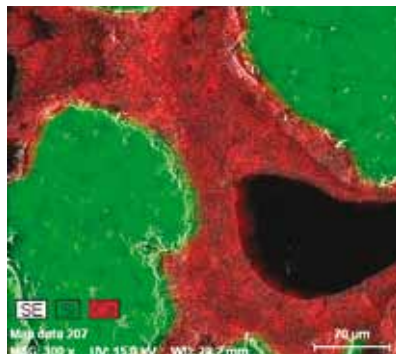
Jak teoreticky popsat příspěvek přidavku přírodních vláken k odolnosti vápenného kompozitu? Proč se do historických malt přidával cihelný nebo keramický střep, víme, co všechno ale ovlivňuje a jak? Co se děje na hranici mezi pojivem a střepem? Jak navrhnout vápennou maltu odolnou vůči solím a mrazu? Jak zvýšit vodoodpudivost malty? Na takové otázky odpovídá projekt programu NAKI MK ČR DF11P01OVV008 **Vysokohodnotné a kompatibilní vápenné malty pro extrémní aplikaci při restaurování, opravách a preventivní údržbě architektonického dědictví**, (řešeno ve spolupráci se stavební fakultou ČVUT v Praze).



Vracíme chátrajícím materiálům sílu

Jak zachránit rozpadající se maltu nebo kámen? Jakou optimální technologii vybrat pro zpevnění určitého zvětralého materiálu? Jaký vliv na materiálové vlastnosti mají různé impregnační látky? Jak vyčistit povrch památky od starých konzervačních látek nebo znečištění vandaly? Jak zabránit vnikání vody do porézních materiálů? Na takové otázky odpovídají projekt programu NAKI MK ČR DF11P01OVV012 **Nové materiály a technologie pro konzervaci povrchů památkových objektů a preventivní památkovou péči**, (řešeno ve spolupráci s ÚFCH JH AV ČR a VŠCHT v Praze), a projekt GA ČR 103/09/2067 **Zpevňování degradovaných vápenných omítek a malt**, navazující na projekt 7.RP EK STONECORE Stone Conservation for Refurbishment of Buildings.

Příklad struktury částic nanovápna a výsledek zpevnění chudé vápenné malty.



Pomáháme zvýšit kvalitu průzkumů a návrh kompatibilních technologií oprav památek

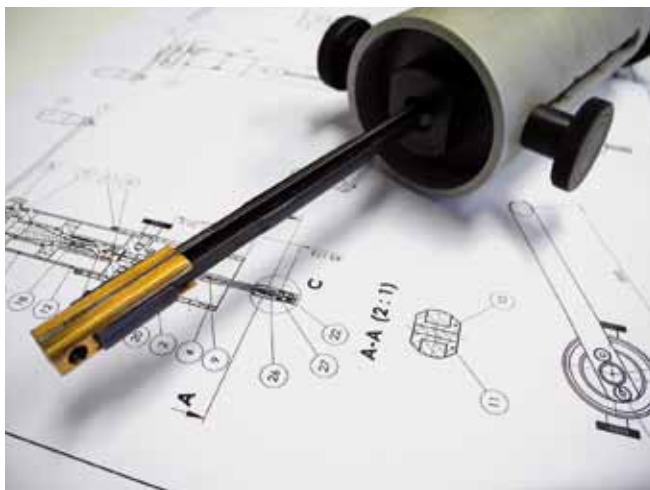
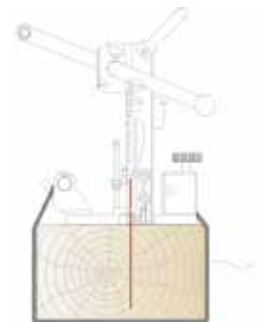
Jak optimálně využít moderní informační technologie pro preventivní ochranu památek? Lze na evropské úrovni spolupracovat na vytvoření společné identifikační karty pro nemovité památky? Modelový příklad projektu 7. Rámcového programu Evropské komise 226995 EU CHIC **Cultural Heritage Identity Card – Identifikační karta kulturního dědictví** ukazuje současné možnosti v této oblasti.

Jaké průzkumy jsou nezbytné pro přípravu zásahu na památce? Jaké materiálové parametry potřebujeme znát pro návrh optimální technologie? Jaký zvolit materiál pro opravu a způsob opracování? Co všechno se můžeme podrobnou trasologickou analýzou dozvědět o původních technologických postupech? A co o dodatečných zásazích a úpravách? Na tyto a mnohé další otázky hledáme odpovědi ve spolupráci s řemeslníky, restaurátory a památkáři při řešení projektů programu NAKI MK ČR 18/2012/OVV **Podmínky a požadavky kompatibilní péče o historické anorganické porézni materiály a 20/2012/OVV Komplexní metodika pro výběr a řemeslné opracování náhradního kamene pro opravy kvádřového zdiva historických objektů** (řešeno ve spolupráci se stavební fakultou ČVUT a Národním technickým muzeem v Praze).



Vyvíjíme nové diagnostické metody a přístroje

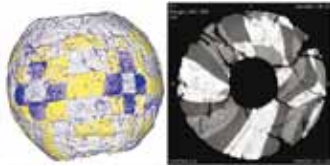
Jak zjišťovat mechanické vlastnosti zabudovaného dřeva ve stavbách? Jak stanovit rozsah vnitřního poškození dřeva? Pomáhají nové přístroje vyvíjené v rámci podpory projektu programu NAKI MK ČR DF11P01OVV001 **Diagnostika poškození a životnosti objektů kulturního dědictví a post-doc grantu GA ČR P105/10/P573 Chování dřeva při zatlačování trnu.**



Vyvíjíme nové diagnostické metody a přístroje

Jak přímo měřit nasákavost porézních materiálů na složitých památkových objektech? Jak stanovit pevnost vytěžené horniny nebo stavebního materiálu přímo na stavbě? Jak zjednodušit mikrotopografická měření? To budou umět nové přístroje a experimentální metody vyvíjené v rámci podpory projektu programu NAKI MK ČR DF11P01OVV001 Diagnostika poškození a životnosti objektů kulturního dědictví.





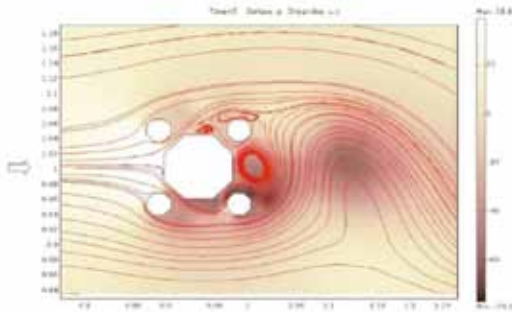
Vychováváme nové vědce

Přednášíme na domácích i zahraničních univerzitách, jsme garanty mezinárodního magisterského programu SAHC (Structural Analysis of Historic Constructions), školíme doktorandy.



Podporujeme inovace a přenos výsledků do praxe

Testujeme památky, analyzujeme historické materiály, navrhujeme a zkoušíme nové, pořádáme školení pro odborníky i veřejnost, organizujeme stáže pro vývojové pracovníky z průmyslu, vysokých škol, výzkumných ústavů i z veřejného sektoru (s podporou projektů OPVK). Podporujeme aplikace nanomateriálů.

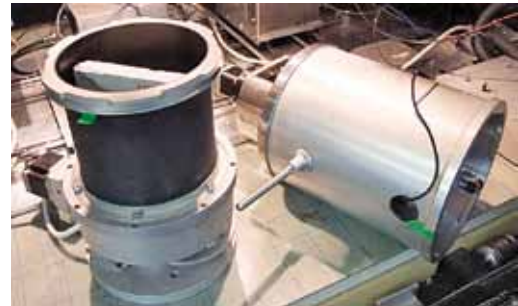
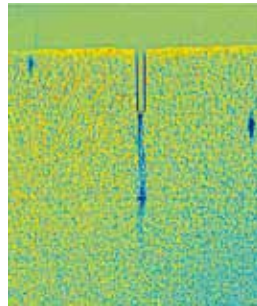
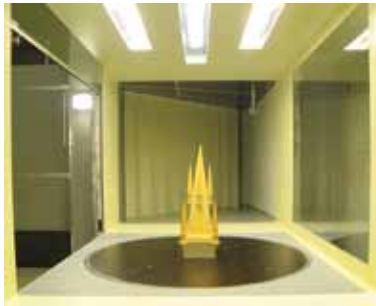


Provádíme unikátní expertní činnost pro partnery z průmyslu i veřejného sektoru

Expertní činnost se neomezuje jenom na problémy kulturního dědictví.

V aerodynamice a aeroelasticitě se týká i moderních konstrukcí. Navrhli a zkonstruovali jsme unikátní experimentální zařízení ke zkoumání samobuzeného kmitání inženýrských konstrukcí, umožňující rychlou změnu parametrů konstrukce. Náš přístroj byl využit např. při návrhu mostu přes Rýn (SRN). Teoreticky a experimentálně ve větrném tunelu modelujeme obtékání složitých těles – architektonických forem – proudem vzduchu a provádíme i měření na skutečných konstrukcích. (Ilustrativní obrázky ukazují zkoušku kmitání výseku mostní konstrukce a proudění vzduchu kolem složité věže kostela).

Radiografie je účinnou metodou analýzy historických i moderních materiálů, studia jejich mikrostruktury a sledování mechanismů porušování. Ilustrativní obrázky představují rentgenovou dynamickou defektoskopii lomového porušování silikátového kompozitu. Dobře je vidět zviditelněná přetvářená zóna (FPZ) před čelem trhliny, měřená změnou hustoty materiálu při postupu lomové trhliny. Další příklady ukazují rentgenovou počítačovou mikrotomografii, použitou při studiu vnitřního biologického poškození a struktury dřeva, při měření poréznosti jílového a buničínového odsolovacího obkladu a při analýze archeologického nálezu korálku „millefiori“.



Registrační číslo projektu: CZ.1.05/1.1.00/02.0060

Operační program: OP VaVpl

Prioritní osa: 1. Evropská centra excelence

Název projektu: Centrum excelence Telč

Žadatel: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.

Výše dotace: 238 mil. Kč

Poskytovatel dotace: Evropský fond pro regionální rozvoj
a Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR

Zde nás najdete:

ÚTAM AV ČR, v. v. i., Centrum excelence Telč,
Batelovská 485–486, 588 56 Telč, Česká republika

tel.: 567 225 300 e-mail: cet@itam.cas.cz

<http://cet.arcchip.cz>



Telč – město Světového kulturního dědictví UNESCO

