

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**



WORKSHOP

**VÝZKUMNÝ ZÁMĚR
„UDRŽITELNÁ VÝSTAVBA“**

SBORNÍK

**PRAHA, 13. XII. 2007
FAKULTA STAVEBNÍ**

VZ 04 CEZ MSM 6840770005

Copyright © 2007

**Workshop Výzkumného záměru
VZ 04 CEZ MSM 6840770005 Udržitelná výstavba
Příspěvky v tomto sborníku nebyly recenzované**

Editor: Tomáš Pokorný

**Vydavatel: ČVUT v Praze, Fakulta stavební
Publikace neprošla jazykovou úpravou vydavatele**

Tisk: Nakladatelství ČVUT v Praze

Počet stran: 250

Počet výtisků: 100 ks

ISBN 978-80-01-03977-9

OBSAH

K143-WP4	Císlerová, Zumr, Vogel	Simulace režimu zemních hrází při povodni
K133-WP3	Foglar, Karasová	Extrémní návrhové situace v betonových konstrukcích – účinek dělostřeleckého granátu na beton
K142-WP4	Fošumpaur	Modelové řešení průsaku navrhovanými prostředky PPO Olšinky a posouzení hydraulických poruch
K125-WP2	Galko, Papež	Solární komín – teorie a praxe
K122-WP3	Hlavová, Pokorný	Vegetační úprava střech
K122-WP3	Jarský, Ferko	K řešení environmentální agendy jako součásti přípravy stavby
K124-WP2	Jiránek	Vývoj zařízení pro měření součinitele difúze radonu v hydroizolačních materiálech
K128-WP4	Klvaňa	Ekonomické rizikové faktory trvale udržitelné výstavby II
K122-WP3	Košťálková, Svoboda	Systémy managementu kvality, environmentu a bezpečnosti práce
K127-WP1	Kramářová	Ochrana krajiny a revitalizace brownfields: důležitá témata současnosti
K134-WP2	Kuklík, Vodolan	Únosnost kovových desek s proli-sovanými trny
K143-WP4	Kuráž, Římal	Měření vlhkosti zděných stavebních konstrukcí – případová studie Praha Karlín
K137-WP3	Lidmila	Výsledky sledování konstrukční vrstvy z popílkového stabilizátu v roce 2007
K105-WP3	Liška, Gazda	Makroekonomické a mikroekonomické funkce komoditní burzy

K127-WP1	Mansfeldová, Pacalová	Problematika brownfields v zákoně č. 183/2006 Sb. a ve vybraných operačních programech v ČR
K125-WP2	Másilková, Doležilková, Kabrhel	Minimalizace provozní energetické náročnosti inteligentním řízením přirozeného větrání
K136-WP3	Mondschein	Poznatky z využití gyrátoru při výrobě zkušebních těles asfaltových směsí za horka a za studena
K122-WP3	Párová	Vznik stavebního odpadu z hlediska životního cyklu konstrukce
K122-WP3	Pokorný	Technologie trhacích prací a udržitelný rozvoj
K122-WP3	Polák	Statistiky resortu zemědělství jako tvůrce příležitostí pro stavební průmysl
K122-WP3	Popenková	Příčiny tvorby trhlin samonivelačních anhydritových potěrů
K122-WP3	Pospíchal	Projekt z hlediska veřejného zájmu
K154-WP2	Pospíšil, Koska, Křemen, Štroner	Využití skenovacích systému pro měření posunů
K122-WP3	Procházka	Výběr suroviny pro stavby z nepálené hlíny – pedologické a geologické podklady v ČR
K151-WP2	Ratiborský	Vyrovnání polygonových pořadů
K124-WP2	Staněk	Energetická produkce fotovoltaických systémů pro budovy – experimentální zjištění
K124-WP2	Svoboda	Bodové kotvy vnějších plášťů a obkladů a jejich vliv na energetickou bilanci budovy
K122-WP3	Šulc, Svoboda	Aktivovaný úletový popílek jako nový stavební materiál
K124-WP2	Tywoniak	Nízkoenergetické a pasivní domy v ČR

K123-WP3	Výborný, Vodička, Hanzlová	Vláknobeton s recyklovaným plnivem a odpadním přírodním kamenivem
K134-WP2	Wald, Uhlíř	Rozložení teploty po délce nosníku při požáru
K124-WP2	Ženka	Optimalizace fotovoltaických stínících systémů
K129-WP1	Žerebáková	Širší souvislosti regenerace brownfields z pohledu zahradní a krajinné architektury
K136-WP3	Slabý	Charakteristika dopravního provozu z profilových měření
K122-WP3	Jakubíček	Udržitelný rozvoj ve výstavbě v praxi

VÝZKUMNÝ ZÁMĚR:

MSM 6840770005 Udržitelná výstavba

TEMATICKÉ OKRUHY:

WP 1 Výstavba na brownfields

WP 2 Udržitelná výstavba budov

WP 3 Využití odpadních hmot, recyklátů ve stavebnictví

WP 4 Přírodní katastrofy (živly, nehody) – optimalizace ochrany, interakce se stavebními konstrukcemi

Simulace vodního režimu zemních hrází při povodni **Simulation of Soil Moisture Dynamics in Earth Dams during a Flood Event**

Milena Císlarová, David Zumr, Tomáš Vogel

Abstract

Higher occurrence of extreme floods attracts attention to the security of protective earth dams. A suddenly increased amount of water on the water-site of the earth dam may have destroying or even catastrophic consequences. Predictions of seepage patterns through the earth body are usually done considering the saturated flow beneath the free water level only. Neglecting the saturated-unsaturated character of the soil water regime within earth dams is not a limiting factor.

A numerical study of the soil moisture dynamics within the earth body during the flood is simulated using the latest version of the SWMII code (Vogel, 1987), the simulation model S_2D_DUAL, (Vogel et al., 2000). In the model, the dual permeability concept is applied to simulate the general flow in variably saturated porous media, including the preferential flow and solute transport. The results of dual simulation are not shown. The triangular mesh, composed of 19514 nodes and 38242 elements was created with ARGUS ONE mesh generator. The situation under study is sketched on fig. 1. Protective homogeneous earth dam, made of loamy-clay soil, is based on loamy top soil and deep permeable sandy soil. Parameters of soil characteristics are given in tab. 1. The simulated flood event lasts eight days and reaches 330 cm in its maximum. Shape of the flood hydrograph, together with simulated changes of the volume of water present in the dam body, is on fig. 2.

Results for saturated and unsaturated part of the porous domain were analyzed. Fig. 3 shows distribution of soil water pressure heads in four stages of the flood event, fig. 4 shows corresponding moisture content. Figures 5 and 6 stand for horizontal and vertical velocities of water flow.

In the presented simulation it has been shown that the selected simulation model is suitable for engineering applications related to the earth dams. Nonlinearity of Richard's equation is demanding in terms of computing time, hardware and experiences. Input data for hydraulic characteristics are in most cases hard to obtain and often have to be estimated/guessed. Still the presented method has a strong potential to increase accuracy of the water dynamics estimate within the earth body in many applications, especially in those where the dams are constructed of fine grained soils. The next steps of the research are a) to consider an internal heterogeneity of the earth dam porous materials, b) to include the presence of preferential flow. The larger domain, including the part aside of the dam will be considered.

Úvod

Se zvýšenou pravděpodobností výskytu extrémních klimatických jevů se obrací pozornost k ochraně před jejich možnými následky. Do středu pozornosti se tak

Milena Císlarová¹, David Zumr¹, Tomáš Vogel²
ČVUT v Praze, Fakulta stavební, ¹Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

²Katedra hydrauliky a hydrologie

Thákurova 7, 166 29 Praha 6 - Dejvice

tel.: 224 354 777, fax.: 233 337 005, e-mail: cislerova@fsv.cvut.cz

dostávají i protipovodňové zemní hráze a jejich bezpečnost při povodních (Říha, 2006). Otázce proudění vody v tělese hráze a pod hrází v průběhu extrémních vodních stavů byla historicky věnována vždy velká pozornost. Relativně dlouhou dobu se řešení průsaků zemními hrázemi omezovalo pouze na tu část hráze, která byla plně nasycená vodou, to znamená na plně nasycené proudění pod hladinou vody. Tento způsob modelování průsaku je dodnes považován za standardní, přestože je velmi limitující. Neumožňuje řešení transientního proudění, během kterého se poloha hladiny vody v tělese hráze v čase mění, mezi jiným i v závislosti na počátečních vlhkostních podmínkách ve hrázi. Na význam nenasycené zóny na průběh průsaků hrází a na dynamiku tlakových poměrů uvnitř tělesa hráze upozornila celá řada autorů (např. Freeze, 1971; Dapporto *et al.*, 2001). Zahrnutí nenasycené zóny je velmi důležité zejména u jemnozrnných, málo propustných zemin, ze kterých jsou často budována jádra zemních hrází. Aplikace simulačních modelů vycházejících z obecného popisu proudění v proměnlivě nasyceném pórovitém prostředí ke studiu režimu vlhkostních poměrů v zemních tělesech představuje nadějnou inženýrskou disciplínu, rutinní použití tohoto typu simulačních modelů však zatím vždy musí předcházet trpělivý základní výzkum. Zajímavou studii využívající trojrozměrný simulační model k analýze plnění nenasyceného tělesa přehrady vyplněné zemním/horninovým materiálem, při kterém došlo k protržení přehrad, uveřejnili Chen a Zang (2006). Za největší problém při aplikaci zmíněných simulačních modelů je považováno stanovení základních hydraulických charakteristik půdních a horninových materiálů (např. Fredlund, 1998). Značná nesourodost užívaných řešení je způsobena multidisciplinárním charakterem problému. Simulační modely užívané geotechniky se orientují na vyjádření kritických tlakových poměrů v tělese hráze (Thiu *et al.*, 2001, Fredlund a Gitirana, 2005, programový balík SEEP/W, 2007), nejmodernější simulační modely půdní fyziky jsou zaměřeny na popis preferenčního proudění, aby zdroje extrémů v rychlostním poli a nestabilit proudění, vedoucích v důsledku též k ohrožení stability hráze, případně prostoru za hrází. Příímým důsledkem preferenčního proudění je výrazné zrychlení proudění a transportu rozpuštěných látek v pórovitém prostředí. Při průsaku hrází může mít preferenční proudění kritický dopad na vnitřní erozi zemního materiálu. Vedle toho způsobuje nežádoucí pronikání případné kontaminace do prostředí pod hrází. V předložené studii je simulováno proudění v tělese hráze s použitím simulačního modelu umožňujícího řešit proudění a transport rozpuštěných látek v proměnlivě nasyceném heterogenním pórovitém prostředí, s obecnými okrajovými podmínkami. Model umožňuje řešit i preferenční proudění. V příspěvku jsou popsány výsledky pilotní simulace, demonstrující vhodnost použití tohoto modelu.

Základy teorie nenasyceného proudění

V nenasycené zóně pórovitého prostředí se vyskytují voda a vzduch jako dvě samostatné fáze, pohyb každé z nich se popisuje samostatnou diferenciální rovnicí. Pro zjednodušení se ve většině případů předpokládá, že fáze půdního vzduch je spojitá a její tlak se rovná atmosférickému tlaku. Toto zjednodušení nemusí být přesné při stavech blízkých nasycení, kdy se v půdě mohou tvořit nespojitě vzduchové bublinky. Freeze (1971) ukázal, že v inženýrských aplikacích při modelování průsaků, kdy se zajímáme především o proudění vody a ne vzduchu, je zahrnutí pouze vodní fáze dostatečně přesné.

Proudění vody v pórovitém prostředí je způsobeno gradientem hydraulické výšky, její dominantní složky jsou výška tlaková a výška gravitační. Vztah pro makroskopické

proudění vody nebo jiné tekutiny tímto prostředím, typicky půdou, je vyjádřen řídicí rovnicí proudění (Richardsova rovnice)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \text{div}(\mathbf{K} \text{grad} h + \mathbf{K}_3) - S \quad , \quad \mathbf{K}_3 = \begin{Bmatrix} K_{13} \\ K_{23} \\ K_{33} \end{Bmatrix} \quad (1)$$

kde θ [-] značí vlhkost, t čas [T], $\mathbf{K}$ tenzor hydraulické vodivosti [LT^{-1}], h tlakovou výšku [L] a S je intenzita extrakce vyjadřující zdroje a propady [T^{-1}].

Pro řešení neustálených úloh je třeba do rovnice (1) dosadit funkční vztahy mezi vlhkostí a tlakovou výškou (retenční křivka) a vlhkostí a hydraulickou vodivostí (funkce hydraulické vodivosti). Tyto hydraulické charakteristiky se vyjadřují parametricky, v našem případě byla použita obvyklá kombinace přístupu van Genuchten - Mualem (van Genuchten, 1980):

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left[1 + (-\alpha h)^n \right]^m, \quad m = 1 - \frac{1}{n} \quad (2)$$

$$K(S_e) = K_s S_e^{1/2} \left[1 - (-S_e^{1/m})^m \right]^2 \quad (3)$$

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (4)$$

kde S_e [-] je efektivní stupeň nasycení, θ_s [-] nasycená vlhkost, θ_r [-] reziduální vlhkost a α [L^{-1}], n [-] a m [-] jsou optimalizační parametry.

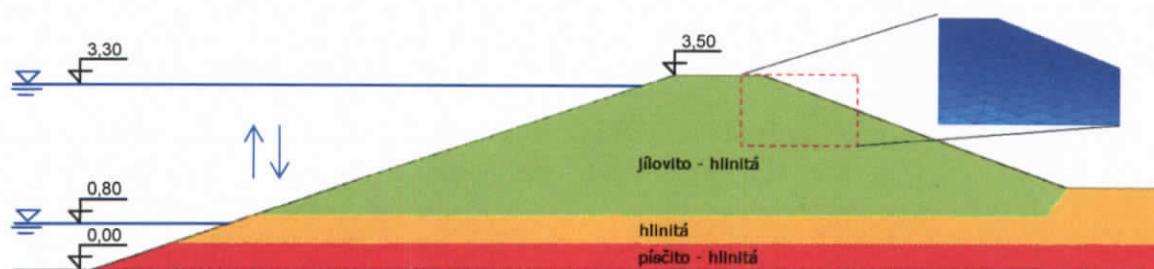
Richardsova rovnice (1) je parabolická parciální diferenciální rovnice druhého řádu s nelineárními koeficienty. Jejím řešením lze získat informace o časoprostorovém vývoji vlhkosti, tlaku a rychlosti uvnitř zvolené oblasti. Pro řešení vztahu (1) je použita nejnovější verze programu SWMII, simulační model S_2D_DUAL (Vogel et al., 2000), který využívá metody konečných elementů pro prostorovou diskretizaci a konečných diferencí pro diskretizaci času. Program umožňuje i simulaci transportu rozpuštěných látek, preferenčního proudění, odběru vody kořeny rostlin, nastavení různých okrajových podmínek a hysterezi hydraulických charakteristik. Podrobný popis původní verze modelu, včetně metody numerického řešení, lze najít v manuálu (Vogel, 1987).

Simulace

Pro ilustraci použitelnosti přístupu, který zahrnuje proudění i v nenasycené zóně, byla provedena numerická studie zjišťující vliv průchodu modelové povodňové vlny na dynamiku vodního režimu v tělese ochranné zemní hráze a v jejím podloží. Byla zvolena geologická skladba vrstev podloží typická pro údolní nivy dolních tratí větších toků, tak jak ji popisují například Říha (2006) nebo Havlice et al. (2006). Jedná se o mocné vrstvy velmi propustných sedimentů, které jsou překryty vrstvami málo propustných povodňových hlín. Tyto hlíny jsou vhodný základový materiál pro stavbu hrází, tvoří přirozený protiprůsakový prvek. Zejména v urbanizovaných oblastech může být svrchní vrstva velmi heterogenní jak z hlediska mocnosti, tak i propustnosti, a lze zde očekávat preferenční proudění.

Koruna hráze, široká 1,5 m, je 2 m nad okolním terénem, šířka hráze v patě je 12 m, návodní líc má sklon 1:2,75, vzdušný líc 1:2,5. Homogenní těleso hráze je tvořeno jílovito – hlinitou zeminou, podloží tvoří jeden metr mocná hlinitá půda (pod tělesem hráze se ve výpočtu uvažuje jen 0,5 m této vrstvy), která přechází v propustnou

písčito – hlinitou půdu. Morfologie hráze a podloží je na obr. 1, hydraulické charakteristiky použitých půd byly převzaty z databáze půd UNSODA (tab. 1).

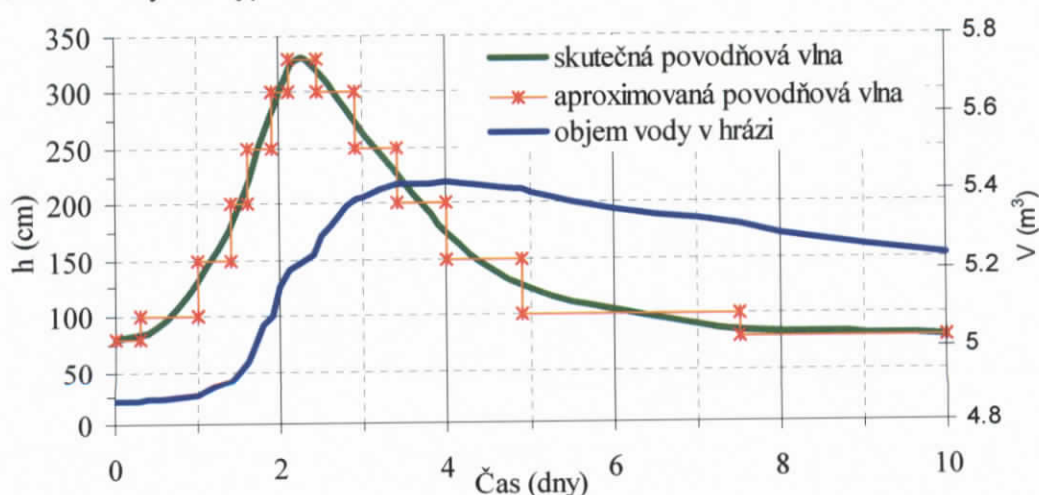


Obr. 1 Modelovaná oblast tělesa hráze a podloží. Ve výřezu část sítě konečných elementů.

Tab. 1 Půdní charakteristiky

popis	textura	θ_r	θ_s	$\alpha \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	n	$K_s \text{ (cm d}^{-1}\text{)}$
Těleso hráze	Jílovito – hlinitá	0,095	0,41	0,019	1,31	6,24
Povodňové hlíny	Hlinitá	0,078	0,43	0,036	1,56	24,96
Propustné naplaveniny	Písčito - hlinitá	0,065	0,41	0,075	1,89	106,1

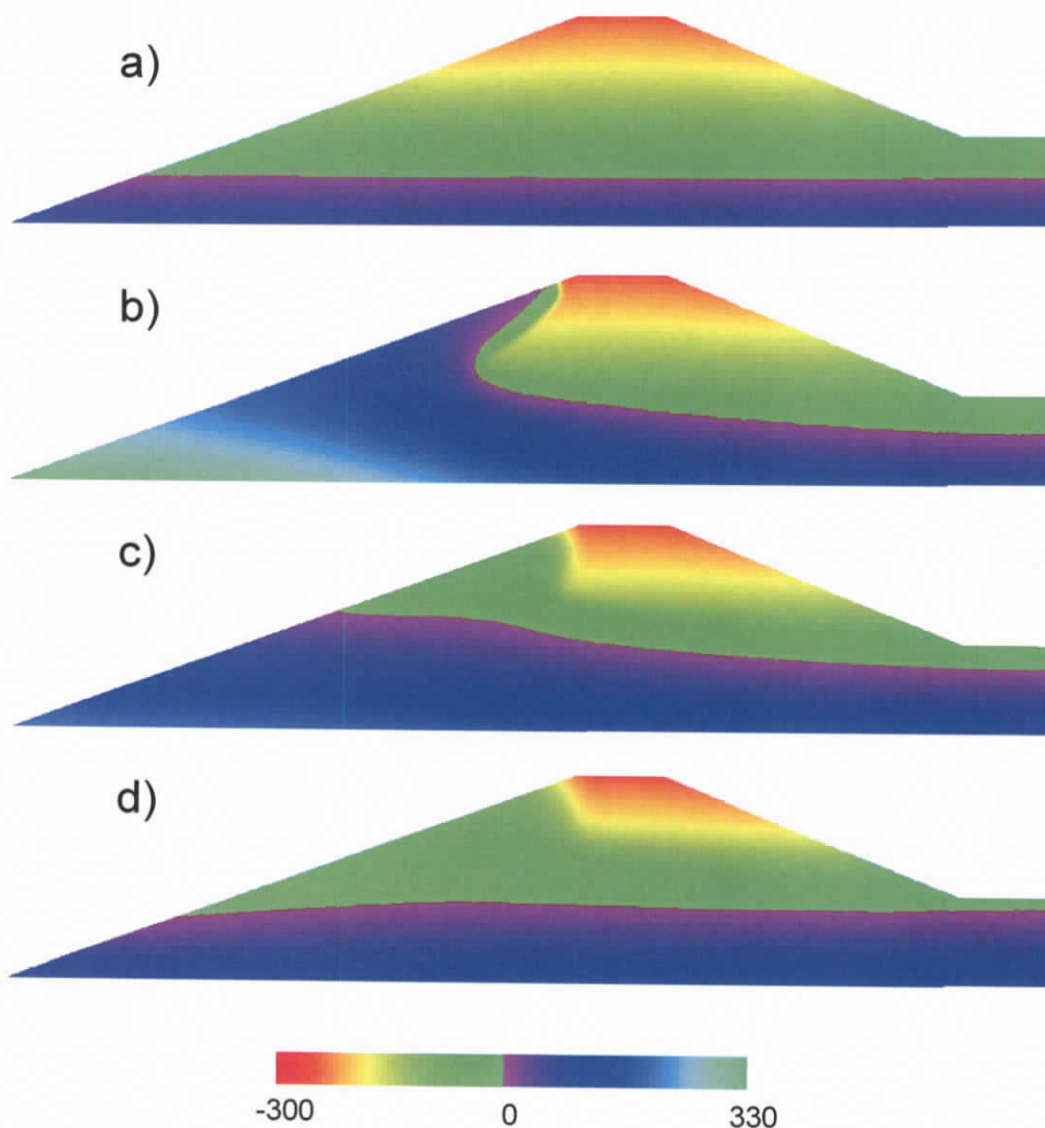
Průběh povodňové vlny byl simulován pomocí proměnlivé okrajové podmínky na návodním líci hráze. Okrajová podmínka byla v zatopené části definována jako předepsaná tlaková výška (Dirichletova podmínka), která se skokově měnila podle aktuální výšky zatopení. Nezatopené části návodního líce byla přiřazena atmosférická okrajová podmínka (Neumanova). Na horním okraji hráze byla nastavena atmosférická okrajová podmínka, za hrází a v patě hráze výronová plocha. Výtok dnem i horizontální výtok podložím byly uvažovány jako nulové. Bylo simulováno celkem čtyřicet dní, během simulovaného období nebyly uvažovány žádné srážky ani výpar.



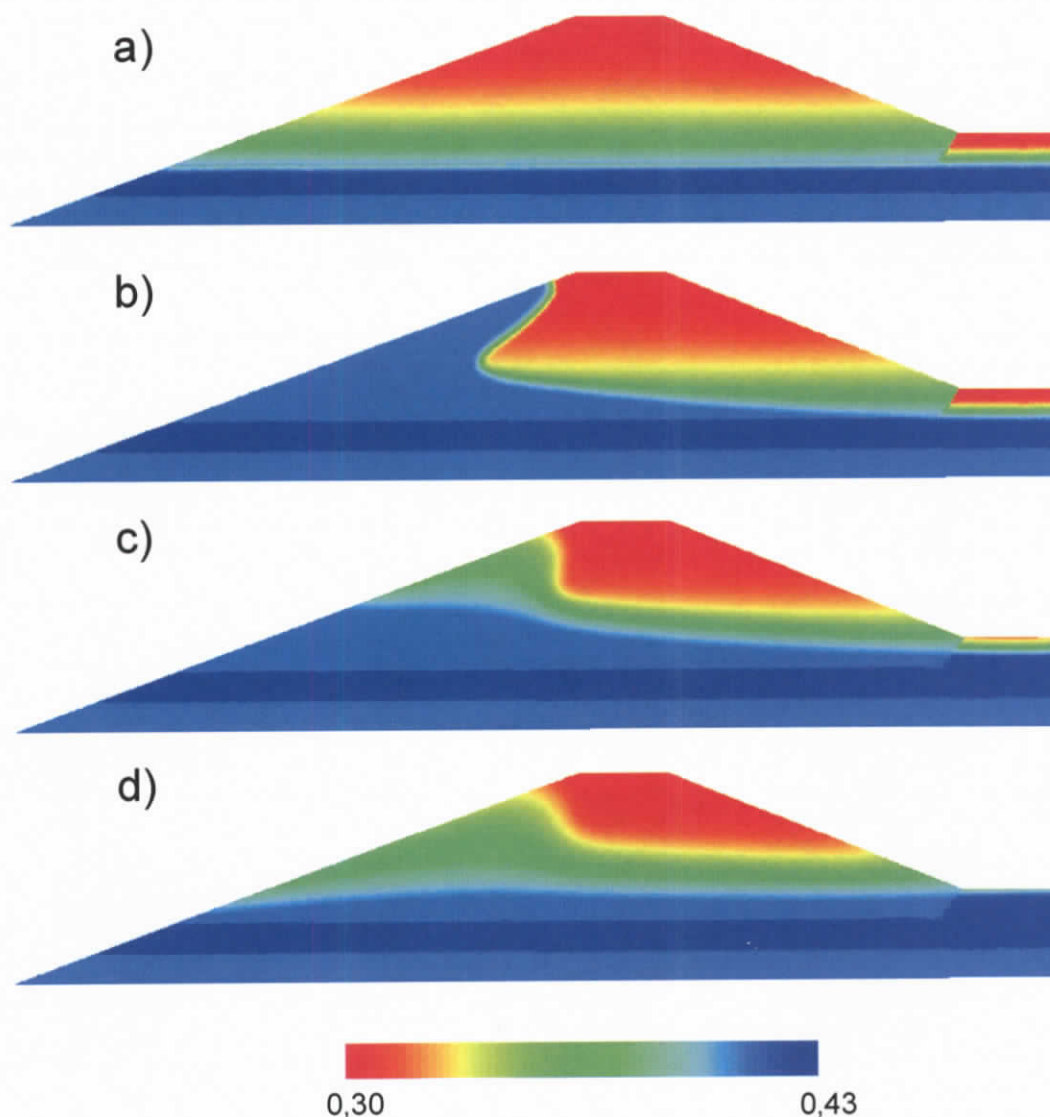
Obr. 2 Tvar povodňové vlny a, vývoj objemu vody v tělese hráze

Počáteční podmínka, časově odpovídající počátku povodně (obr. 2), byla vypočítána v předběžné simulaci jako ustálené rozložení tlakových výšek, které korespondují s výškou hladiny v korytě 80 cm. Ustálený stav byl modelován jako infiltrace 80 cm sloupce vody do dané oblasti, která měla na počátku konstantní tlakovou výšku 60 cm ve všech uzlech. K ustálení tlaků došlo po 30 dnech.

Síť konečných elementů byla vytvořena pomocí generátoru sítě ARGUS ONE. Síť obsahuje 19514 uzlů, což odpovídá 38242 trojúhelníkovým elementům. Povodňová vlna, trvající 8 dní, byla simulována ve 12 diskrétních krocích, které odpovídaly stavům hladiny v korytě 80 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm, 330 cm, 250 cm, 200 cm, 150 cm, 100 cm a 80 cm. Na obr. 2 je vývoj povodňové vlny v čase včetně stupňovitého tvaru, kterým byla skutečná vlna aproximována. Počáteční podmínky pro simulace n -tého kroku vždy odpovídají rozložení pole tlakových výšek v kroku $n-1$. Ačkoliv vzestup hladiny nebyl při simulaci kontinuální, jedná se o transientní proudění s ustáleným stavem pouze na počátku.



Obr. 3 Rozložení tlakových výšek v cm v reakci na povodňovou vlnu. Jednotlivé obrázky odpovídají časům a) 0; b) 2,5 dne; c) 4 dny a d) 6 dní po začátku povodně.



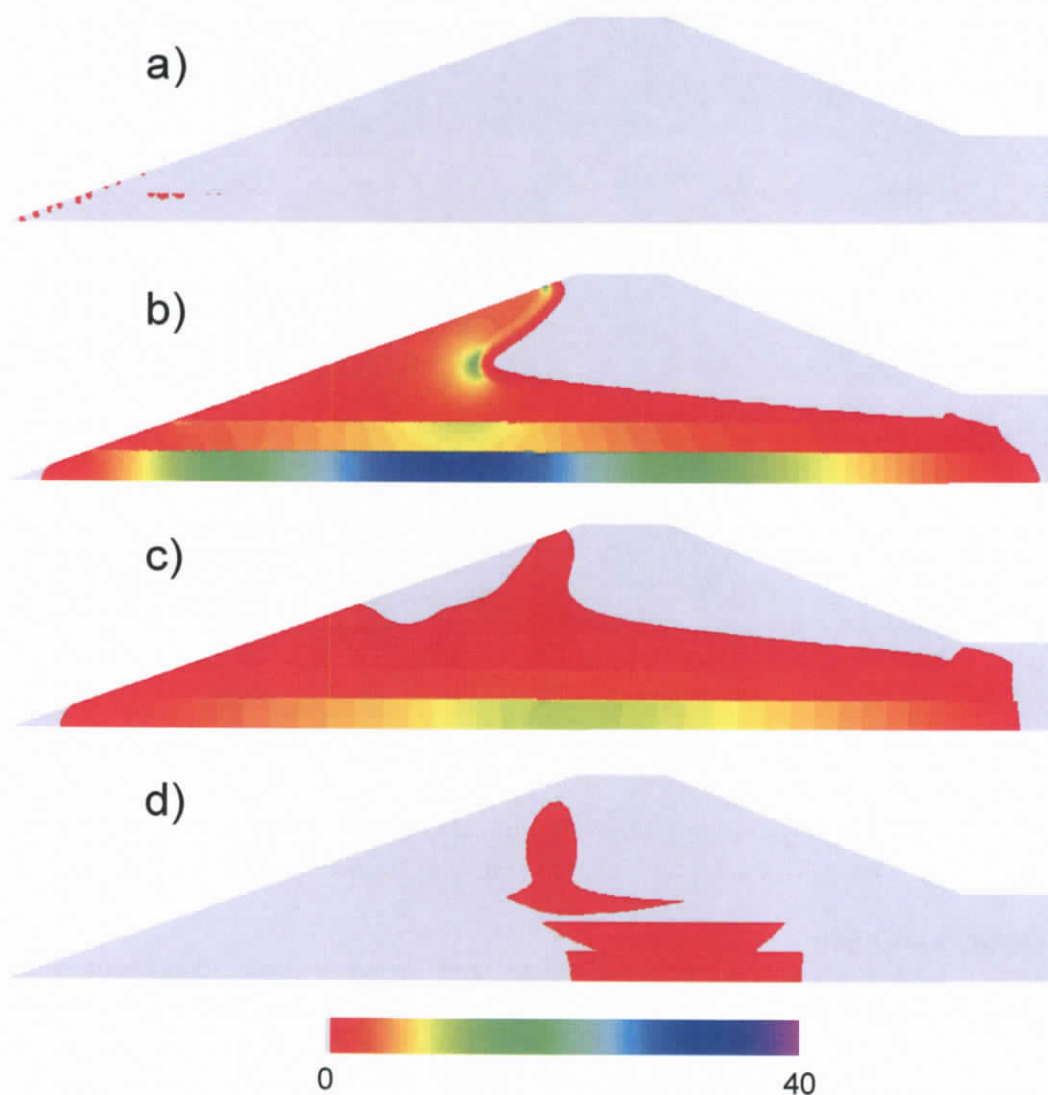
Obr.4 Rozložení vlhkosti v reakci na povodňovou vlnu. Jednotlivé obrázky odpovídají časům a) 0; b) 2,5 dne; c) 4 dny a d) 6 dní po začátku povodně.

Výsledky simulace

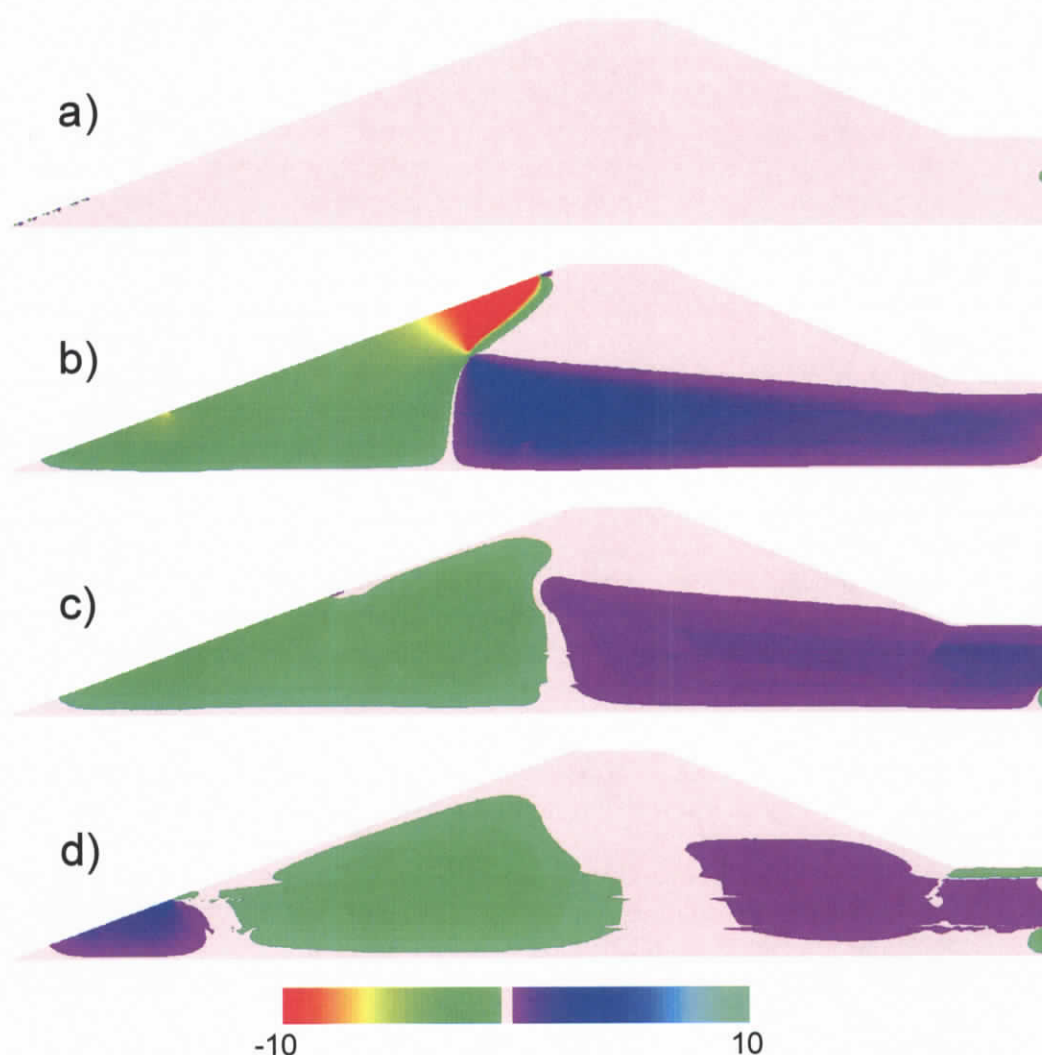
Simulace neukázala žádný výron vody za hrází, modelovaná povodňová vlna však způsobila vzestup hladiny podzemní vody řádově o 50 cm. Během povodně, která kulminovala po 2,3 dnech na stav 330 cm, bylo do tělesa hráze infiltrováno přes 0,5 m³ vody na metr šířky hráze. Nejvíce vody, bylo v hrázi čtyři dny po začátku povodně, kdy hladina v korytu již klesala a měla stav 175 cm (obr. 2).

Dynamika infiltrace vody do tělesa hráze a do podloží je ilustrována na obr. 3 a 4. Obr. 3 vyjadřuje rozložení tlakových výšek ve čtyřech vybraných časech, na obr. 4 jsou odpovídající aktuální vlhkosti. Příklad (a) odpovídá počátečnímu ustálenému stavu, (b) kulminaci povodňové vlny, (c) maximálnímu objemu zadržené vody v tělese hráze a (d) stavu po opadnutí vlny. K ustálení vodního režimu na počáteční stav dojde po dalších 40 dnech.

Na obr. 5 jsou vyjádřeny pole rychlostí proudění v horizontálním směru, na obr. 6 ve směru vertikálním. Na obr. 5 jsou vodorovné rychlosti směřující směrem od koryta. Nejvyšší rychlosti jsou dosahovány na čele zvlhčení a v nasycené části podloží, které má vysokou nasycenou hydraulickou vodivost. Rychlosti v nenasycené části dosahují řádově nižších rychlostí. Na obr. 6 jsou vyneseny rychlosti vertikální, záporné části značí oblasti s převládajícím prouděním směrem dolů, kladné oblasti směrem nahoru. K vzestupnému proudění dochází v zadní části hráze a za hrází, proudění směrem dolů převládá v blízkosti návodního líce (obr. 6 b, c). Na obr. 6d je vidět, že vlivem poklesu hladiny proudí voda z podloží i zpět do koryta řeky (fialová oblast vlevo).



Obr. 5 Pole rychlostí proudění v horizontálním směru v cm/den. Jednotlivé obrázky odpovídají časům a) 0; b) 2,5 dne; c) 4 dny a d) 6 dní po začátku povodně.



Obr. 6 Pole rychlostí proudění ve vertikálním směru v cm/den (kladné jsou rychlosti směrem nahoru). Jednotlivé obrázky odpovídají časům a) 0; b) 2,5 dne; c) 4 dny a d) 6 dní po začátku povodně.

Závěr

Prezentovaná studie potvrdila, že přístup, který uvažuje proudění i v nenasycené části hráze, lze pro problematiku průsaků zemními tělesy úspěšně využít. V této fázi není možné porovnat dosažené výsledky se simulací uvažující pouze Laplaceovu rovnici (tedy nasycené proudění). Je však zřejmé, že zejména u jemnozrnných zemin a půd se bude postup čela zvlhčení, a tedy i míra průsaků, v obou případech lišit. Tato úvaha je podpořena literaturou, například Freeze (1971), Fredlund et al. (1996), Szilagyi (2004). Vyšší přesnost výsledků v našem případě bohužel klade vysoké nároky na vstupní data.

Použitý numerický model S_2D_DUAL v kombinaci s generátorem sítě ARGUS ONE se ukázaly jako vhodné nástroje, byť program S_2D_DUAL byl vyvinut primárně pro procesy ve vadózní zóně. Nevýhoda prezentovaného přístupu, která vyplývá z povahy Richardsovy rovnice (1) a jejich nelineárních vstupů (2) a (3), spočívá v nutnosti volit poměrně hustou síť konečných elementů. Malá hustota sítě, zejména

v blízkosti vysokých hydraulických gradientů (oblasti na návodním líci hráze a okolí výronové plochy), vede k nestabilitě numerického řešení. Volba efektivní sítě vyžaduje zkušenosti a pečlivé testování. Numerické řešení je časově i hardwarově poměrně náročné a u úloh s velkým měřítkem je třeba použít paralelních výpočtů na více procesorech. Předběžné simulace s uvažováním preferenčních cest trvaly i na víceprocesorovém počítači řádově stejně dlouho jako reálná událost, tedy dny.

Prezentovaný přístup lze do budoucna s výhodou použít při aplikacích, které vyžadují podrobnou znalost vodního režimu i v nenasycené zóně. Jedná se například o zjišťování tlaků vody v pórech během sycení a prázdnění zemních hrází pro posuzování stability těles, modelování vývoje vlhkosti jílových jader v nehomogenních hrázích při nízkých nebo nulových stavech v nádrži, kdy hrozí nebezpečí vzniku puklin vlivem vysušení a negativní dopady průsaku vody za hrázemi. Model dovoluje testovat vliv různého počátečního nasycení ochranných hrází nebo hrází poldrů a vliv infiltrace dešťové vody. V případě simulování úniku znečišťujících látek lze monitorovat i postup znečištění tělesem hráze a půdním profilem a efektivně navrhovat ochranná opatření. V další části výzkumu se budeme zabývat především vlivem vnitřní heterogenity hrázového tělesa na proudění v hrázi a dále účinky preferenčního proudění. Na základě analýzy provedených simulací je pro další výpočty připravena nová síť, zahrnující i širší oblast pod hrází.

Literatura

- CHEN Q. a ZHANG, L.M., 2006. Three –dimensional analysis of water infiltration into the Gouhou rockfill dam using saturated-unsaturated seepage theory, *Can. Geotech. J.* 43: 449-461.
- DAPPORTO, S., RINALDI, M., CASAGLI, N., 2001. Failure Mechanisms and Pore Water Pressure Conditions: Analysis of a Riverbank Along the Arno River (Central Italy), *Engineering Geology*, 61, 221-242.
- FREDLUND, M.D., 1998. Unsaturated seepage modeling made easy, *Geotechnical News*
- FREDLUND, D.G., XING, A., FREDLUND, M.D., BALBOUR, S.L., 1996. The Relationship of the Unsaturated Soil Shear Strength Function on the Soil-Water Characteristic Curve, *Canadian Geotechnical Journal*, 33 (3), 440-448.
- FREDLUND, D.G. a GITIRANA Jr., G., 2005. Unsaturated Soil Mechanics as a Series of Partial Differential Equations. *Proc. of Internat. Conference on Problematic Soils*, Eastern Mediterranean University, Famagusta, N. Cyprus.
- FREEZE, R.A., 1971. Influence of the Unsaturated Flow Domain on Seepage Through Earth Dams, *Water Resources Research*, 7 (4), 929-941.
- HAVLICE, M., JIRÁSKO, D., VACEK, J., VANÍČEK, I., 2006. Průzkum a modelování proudění podzemní vody v Karlíně, *sborník Udržitelná výstavba 2*, 27-36.
- ŘÍHA, J., 2006. Ochrana před povodněmi problematika podzemních vod, *Sborník z konference Vodní toky 2006*, 38-43.
- SEEP/W, 2007. *Geo-slope Internat.*, Calgary, Alberta, Canada
- SZILAGYI, J., 2004. Vadose Zone Influences on Aquifer Parameter Estimates on Saturated-Zone Hydraulic Theory, *Journal of Hydrology*, 286, 78-86.
- THIU, N.T.M., Fredlund, M.D., Fredlund, D.G., Hung, V.Q., 2001. Seepage modeling in saturated/unsaturated soil system. *Int. Conference of the Land and Water Resources*, Hanoi
- VAN GENUCHTEN, M.T., 1980. A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 44, 892-898.

- VOGEL, T., 1987. SWMII - Numerical model of two-dimensional flow in a variably saturated porous medium, Research Report No. 87, Dept. of Hydraulics and Catchment Hydrology, Agricultural Univ., Wageningen, The Netherlands.
- VOGEL, T., GERKE, H.H., ZHANG, R., VAN GENUCHTEN, M.Th., 2000. Modeling flow and transport in a two-dimensional dual-permeability system with spatially variable hydraulic properties. *Journal of Hydrology* 238: 78-89.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

EXTRÉMNÍ NÁVRHOVÉ SITUACE V BETONOVÝCH KONSTRUKCÍCH – ÚČINEK DĚLOSTŘELECKÉHO GRANÁTU NA BETON

Marek Foglar, Eva Karasová

Abstract

This paper describes the effect artillery grenade hit on a concrete slab and the way Czech pre-war fortifications were designed and reinforce to resist it.

1. Úvod

V souvislosti se současnou geopolitickou situací, kde se už i inženýrské konstrukce stávají cílem teroristickým útoků, nabývá na významu obecný trend k navrhování konstrukcí, jež jsou schopny těmto jevům odolat a umožnit – kromě jiného – bezproblémovou evakuaci osob při extrémních návrhových situacích. Je nutné provést hlubší analýzu stavebních konstrukcí z hlediska rizik a následků teroristických útoků s cílem zhodnotit ohrožení objektů v kategoriích identifikace ohrožených hodnot infrastruktury, hodnocení zranitelnosti a hodnocení následků, dále vyvinout možná protipatření k eliminaci, zjištění nebo oddálení důsledků teroristické hrozby tomuto objektu a zhodnotit investiční a provozní náklady takových protipatření.

Jako vhodné objekty pro testování chování a odolnosti betonových staveb mohou posloužit pomníky zašlé slávy mladé československé republiky, jež se na sklonku třicátých let minulého století připravovala na svou obranu proti agresi nacistického Německa. Ač nakonec tyto betonové monolity, jež i dnes přitahují pozornost laické i odborné veřejnosti svou tichou tajemnou silou s nádechem věčnosti, svůj účel nesplnily, mohou nám dnes prakticky osvětlit způsob porušení betonu při nárazu granátu a ilustrovat ho uchovanými stopami ženíjných zkoušek prováděných německou armádou. Poučení se z minulosti nám pak může pomoci navrhovat konstrukce, jež budou lépe vzdorovat extrémním návrhovým situacím, a budou tak pomáhat chránit životy svých uživatelů.

Článek zjednodušenou formou popisuje značně složité jevy, jež probíhají v betonové desce při jejím zásahu dělostřeleckým granátem. Popisuje způsob, jakým byly navrženy tloušťky a způsob uspořádání konstrukčních prvků těžkých objektů čs. opevnění z let 1935-1938, popisuje způsob vyztužení stropnic těchto objektů. Na příkladu několika objektů popisuje účinek jedné z tajných zbraní III. říše.

2. Účinek dělostřeleckého granátu na beton

Účinek zásahu dělostřeleckým granátem se projevuje ve dvou rychle za sebou jdoucích fázích. První je ráz (úder) granátu, druhá je výbuch jeho trhací náplně.

Účinek rázu granátu

Granát při dopadu na beton vyvolá tři účinky:

Vnik

Vnik závisí na pohybové energii granátu (tedy jeho tvaru, rychlosti a hmotnos-

Marek Foglar, Ing., Eva Karasová, Ing.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra betonových a zděných konstrukcí

Tháškova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

tel.: 224 354 624, fax.: 233 335 797, e-mail: marek.foglar@fsv.cvut.cz, eva.karasova@fsv.cvut.cz

ti), na materiálu z něhož je vyroben, pevnosti betonu při horním povrchu a na tloušťce desky. Beton v místě nárazu střely namáhán soustředným tlakem, drtí se a vytváří se vněm síť radiálních trhlin. Armatura se porušuje a stáčí vlivem rotace vniknuvšího granátu. Jamka v betonu vytvořená není o mnoho menší, než je průměr střely. Vyztužení horního povrchu betonu pruty menšího průměru, případně ocelovými drátky, absorbuje velkou část pohybové energie střely, a tak zmenšuje její vnik.

Průhyb

Průhyb desky je funkcí pohybové energie střely, rozpětí desky, její tloušťky a tím i tuhosti, podmínek uložení (monolitická konstrukce v rozích vetknutá či konstrukce z prefabrikátů kloubově uložená) a pevnosti a přetvárných charakteristik užitého betonu.

Chvění desky

Chvění desky vyvozené účinkem zásahu dělostřeleckého granátu se projevuje odštěpováním talířovitých úlomků na vnitřní straně desky. Závisí na tloušťce desky, hustotě armatury při spodním povrchu a na soudržnosti betonu a výztuže. Řešením je oplechování stropu, jež sice problém nevyřeší, nicméně zamezí odpadávání odštěpků.

Účinek výbuchu granátu

Výbuch granátu následuje po jeho vniku do betonu. Zpoždění je závislé na druhu užitě munice. Větší zpoždění umožňuje využít celou kinetickou energii střely na rozrušení, případně proražení betonové desky.

Při vniku granátu do betonové desky působí výbuch třemi účinky:

- Vytvoření nálevky
- Průhyb desky
- Chvění desky

Účinek výbuchu závisí na hloubce vniku střely do betonu. Čím větší je vnik, tím větší je vytvoření nálevky, neboť plyny vzniklé při výbuchu nálože nemohou unikat volně do vzduchu a působí uvnitř desky na její integritu.

Účinek dělostřeleckého granátu na betonovou desku se tedy projevuje vznikem nálevky (kráteru) v místě vniku a exploze, proti ní se na opačném povrchu desky vytvoří odštěpek. Armatura při horním povrchu desky brání hlubšímu vniku granátu do konstrukce, armatura při spodním povrchu zabraňuje vzniku odštěpků betonu a snižuje deformace desky.

Působení výbuchu v prostředí

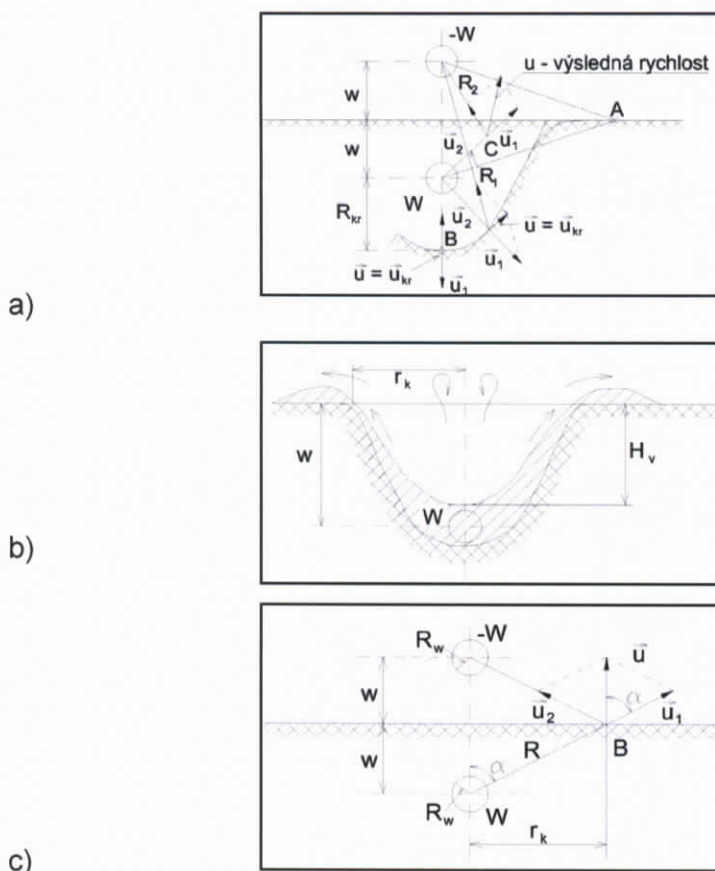
Působení výbuchu v reálném prostředí nám umožňují s různou mírou přesnosti popsat matematické vztahy odvozené pro idealizovaná prostředí. Prostředí může být stlačitelné či nestlačitelné, s omezeným povrchem, či neomezeným povrchem. Následující odstavce se zabývají vztahy pro idealizované nestlačitelné neomezené resp. omezené prostředí.

Energie výbuchu se uvolní v čase $t = 0$ a v nekonečně krátkém okamžiku se přemění v energii výbuchové vlny, jež se pak v okamžiku $t = 0$ rozšíří po celém prostoru. Jednotkovému objemu prostředí je dodána výbuchovou vlnou energie K , jež hmotu rozruší, pokud se rovná nebo je větší než tzv. hustota energie přetvárné práce rozrušení $A_{r\max}^{\text{dyn}}$.

Je zřejmé, že blíže k náloži je $K > A_{r\max}^{\text{dyn}}$ a dále od nálože $K < A_{r\max}^{\text{dyn}}$. Zónu rozrušenou a nerozrušenou odděluje sféra s poloměrem $R = R_{kr}$,

kde $K = A_{r \max}^{dyn}$.

Na Obr. č. 1 je znázorněn výbuch v prostředí omezeném volným povrchem.



Obr. 1 Výbuch při povrchu: (a) schéma náloží a rychlostí, (b) kráter, (c) schéma rychlostí na okraji kráteru

Výbuchová vlna, která dopadá a odráží se od volného povrchu se okamžitě rozšíří po celém prostředí. Pohyb v odražené vlně zředění je shodný s pohybem při výbuchu fiktivní nálože $(-W)$. Ta vytvoří stejné pole deformací jako nálož W , jenže v opačném smyslu. (W – velikost nálož, w – vzdálenost nálož od volného povrchu)

Pro vektory rychlostí v libovolném bodě C prostředí platí:

$$\mathbf{u}_1 = (R_w/R_1)^2 \mathbf{u}_{x1}, \quad \mathbf{u}_2 = (R_w/R_2)^2 \mathbf{u}_{x2}, \quad \mathbf{u} = \mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2$$

V bodě B platí:

$$\mathbf{u} = \mathbf{u}_{kr}, \quad \mathbf{u}_1 = (R_w/R_{kr})^2 \mathbf{u}_x, \quad \mathbf{u}_2 = -[R_w/(R_{kr} + 2w)]^2 \mathbf{u}_x, \quad \mathbf{u} = \mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2$$

kde R_w poloměr nálož, R_{kr} poloměr rozdělující rozrušené a nerozrušené prostředí

Při výbuchu se v hloubce w pod povrchem prostředí vytvoří kráter (výtrž).

Na okraji kráteru v bodě B platí:

$$\mathbf{u}_1 = (R_w/R)^2 \mathbf{u}_{x1}, \quad \mathbf{u}_2 = R_w/R)^2 \mathbf{u}_{x2}, \quad |\mathbf{u}_{x1}| = |\mathbf{u}_{x2}| = u_x$$

$$\mathbf{u} = \mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2, \quad |\mathbf{u}| = u = 2u_1 \cos \varepsilon = 2u_x (R_w/R)^2 \cos \varepsilon$$

Podmínka přetvoření kráteru má tvar $u = u_{kr}$, tedy

$$u_{kr} = 2u_x (R_w/R)^2 \cos \varepsilon, \quad \text{kde } R = w \sqrt{[(r_k/w)^2 + 1]} \text{ a } \cos \varepsilon = w/R = 1/\sqrt{[(r_k/w)^2 + 1]}$$

Výše bylo popsáno několik základních vztahů popisujících výbuch a vznik kráteru v prostředí omezeném volným povrchem. Tato problematika je velmi obsáhlá a cílem tohoto pojednání není matematický rozbor problému. Důležitá je základní představa, jak bude prostředí výbuchem rozrušeno.

Dalším logickým krokem matematického rozboru je zkoumání účinnosti nálože v závislosti na jejím umístění vůči volnému povrchu. Z Obr. 1c je zřejmé, že pokud r_k zachováme konstantní a proměnné bude w (vzdálenost nálože od povrchu), pak při $w = 0$ jde většina energie výbuchu do vzduchu a nálož W musí být k dosažení stejného r_k větší.

Existuje optimální hloubka w_{opt} a jí odpovídající minimální nálož. Důležitým parametrem pro velikost nálože je její utěsnění. Dokonale utěsněná nálož ve středu stěny dosáhne požadovaného účinku při minimální velikosti. Při horším utěsnění a posunu blíže povrchu bude velikost nálože při zachování stejného účinku úměrně větší.

Nálož přiložená na povrch a netěsněná bude mít při stejném účinku 4,5x větší hmotnost, než v případě dokonale utěsněné nálože uprostřed stěny.

Z výše uvedeného vyplývá, že zatímco při porušení konstrukce výbuchem přiložené nálože závisí hlavně na velikosti nálože a jejím umístění, v případě účinku trhavací náplně dělostřeleckého náboje závisí hlavně na hloubce jeho vniku do konstrukce účinkem jeho kinetické energie dané jeho rychlostí a hmotností.

Zájemce o hlubší poznání problematiky, nechť se laskavě obrátí na publikaci [1].

3. Konstrukce a odolnost těžkých objektů čs. opevnění z let 1935-1938

Odolnost těžkých objektů čs. opevnění z let 1935-1938

Těžké objekty čs. opevnění z let 1935-38 byly stavěny v šesti třídách odolnosti. Odolnost udávala tloušťky stěn objektu a i způsob jejich konstrukčního uspořádání. Zatímco objekty odolnosti značených arabskými číslicemi (užíván název „Arab“) měly některá zjednodušení v konstrukci a měly být užívány převážně v lesních úsecích, objekty značené římskými číslicemi (užíván název „Říman“) měly být užívány v nejvíce ohrožených oblastech. Podrobnosti viz Tabulka 1.

Konstrukce (cm)	Odolnost					
	Arab		Říman			
	I	II	I	II	III	IV
Stropní deska	100	150	150	200	250	350
Čelní stěna	120	175	175	225	275	350
Stěna s hlavními střílnami	80	80, 100 ¹	100	100, 150 ²	125, 150 ³	125, 150 ⁴
Ostatní stěny horního patra	80	80	100	100	125	150
Šířka/hloubka ochranného příkopu	120/210	120/210	150/310	150/310	175/310	200, 300 ⁵ /310
Šířka kamenné rovnaniny u čelní stěny	300	300	300	400	400	400
Tloušťka pancéřových zvonů a kopulí / označení	150/1	150/2	200/M	200/S	300/V	400/W
Odolnost proti rážím (cm)	15,5	18,0	21,0	28,0	30,5	42,0

Tab. 1 Základní konstrukční parametry objektů čs. opevnění z let 1935-38

Nejúplnější přehled o tloušťkách prvků betonových opevňovacích staveb užívaný v době návrhu čs. opevnění byl uveřejněn v roce 1928 v časopise *Vojna a technika*, viz Tabulka 2. Data byla převzata od Poláků, jež si je opatřili od Němců a

- 1 Při použití 4 cm kanónu vz. 36
- 2 U střílny minometu
- 3 U střílny minometu
- 4 U dělostřeleckých srubů
- 5 U dělostřeleckých srubů

Francouzů. Jakým způsobem, to zůstává otázkou, jisté je, že ač čs. opevnění vycházelo z opevnění francouzského, konkrétní údaje nám Francouzi neposkytovali. Představa o „obkreslení“ francouzských návrhů a jejich vsazení do české krajiny je tedy zcela mylná.

Část stavby		Ráže							
		38-42 cm		28-35 cm		21 cm		15 cm	
		Prostý B	ŽB	Prostý B	ŽB	Prostý B	ŽB	Prostý B	ŽB
ZÁKLADY		1,75-5		1,20-1,30		1		0,80	
ZDI	Licní a bočné	3-3,5	2,5-3	2,50-3	1,75-2,5	2	1,50	1,50	1,20
	Zadní	2	1,75	1,50	1,30	1,20	1	1	0,80
	Vnitřní – nosné	1,50		1,50		1,20		1	
STROPY	Rozpětí 4-5m	Vrchní vrstva ze ŽB		1	0,80				
		Střední vrstva z prostého B		1,20					
		Spodní vrstva z ŽB		0,50	0,50				
		Celkem		3,00	2,50				
	Rozpětí 3-4m	Vrchní vrstva speciální		0,80-1	0,60-0,80		0,40		
		Střední vrstva z prostého B		1,2-1,5	1-1,20	0,80		0,80	
		Spodní vrstva z ŽB		0,50	0,50		0,30		0,30
		celkem		2,5-3,0	2,1-2,50	1,50		1,10	
	STROP o rozpětí	4-5 m		2,5-2,7	1,7-2,2				
		3-4 m		2,2-2,5	1,5-1,7		1,2-1,3		0,8-1
		do 3 m		2-2,2	1,3-1,5		1-1,2		1

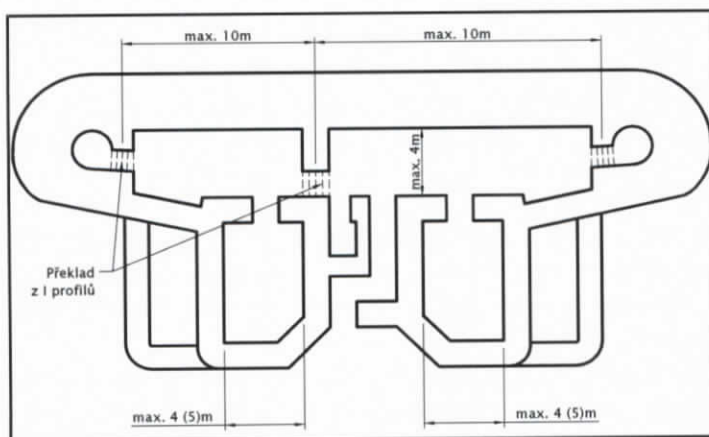
Tab. 2 Tloušťky prvků betonových opevňovacích staveb v době návrhu čs. opevnění

Konstrukce těžkých objektů čs. opevnění z let 1935-38

Na tomto místě budou popsány vybrané části konstrukce těžkých objektů čs. opevnění z let 1935-1938 související s tématem tohoto článku. Konstrukce jako taková a uspořádání zařízení těžkých objektů, stejně jako jejich výzbroj spolu s jejich taktickými úkoly není předmětem tohoto článku. Případný zájemce o hlubší poznání problematiky, necht' se obrátí na publikace ze seznamu literatury na konci tohoto pojednání.

Místnosti objektů těžkých čs. opevnění z let 1935-38 byly projektovány tak, aby jejich normální rozpětí nepřekročilo 4 m, výjimečně 5 m. To odpovídá zásadám uvedeným v Tabulce 2 a převedeným do praxe popsané v Tabulce 1. Strop střelecké místnosti o rozpětí 4 m nejvíce užívaného pěchotního srubu II. třídy odolnosti, jež měl odolávat střelám ráže 28 cm, by tedy podle hodnot z Tabulky 2 měl mít tloušťku v rozmezí 1,50 – 1,70 m. Na postavených objektech je možné ověřit tloušťku stropu 2 m (viz Tabulka 1).

Další zásadou uplatňovanou při projektování těžkých objektů, kromě omezení rozpětí stropů, bylo i omezení volné délky čelní stěny. Pokud tedy byla vnitřní délka čelní zdi větší než 10 m, byla vzepřena nosnou příčnou proti účinkům čelního ostřelování. V místech, kde tuto příčku protínaly komunikační spojnice uvnitř objektu, byl otvor o světlosti 0,80 m zesílen překladem z válcovaných I profilů č. 10d délky 1,8 m kladených po 10 cm. Praktickou ilustraci poskytuje Obr. 2.



Obr. 2 Schématický půdorys pěchotního srubu s naznačenými vybranými konstrukčními zásadami

Způsob vyztužení stropnic těžkých objektů čs. opevnění z let 1935-1938

Na rozdíl od německého opevnění, jehož konstruktéři z důvodů jednoduchosti provádění upřednostňovali rovnoměrně rozptýlenou armaturu po tloušťce stropu, doplněnou válcovanými profily při spodním povrchu, československé opevnění podobně jako opevnění francouzské dávalo přednost odstupňování profilů od vnějšího povrchu směrem k povrchu vnitřnímu.

Horní povrch stropních desek objektů těžkého opevnění byl armován několika vrstvami sítě vázané z $\varnothing 10$ á 10cm, jež měly ztížit vnik střely do betonu. Sítě byly ukládány po 15cm tloušťky stropní desky, směrem ke středu tloušťky desky byla jejich rozteč zvýšena na $\varnothing 10$ á 15cm.

Při spodním povrchu byly uloženy dvě vrstvy $\varnothing 20$ á 8cm uložené 8cm nad sebou, pod nimiž následoval plech zabráňující odpadávání odštěpků betonu při ostřelování. Plech byl uchycen mezi T profily osazované do bednění.

4. Německé zkoušky čs. opevnění, střely Röchling – tajná zbraň III.říše

Objekty čs. opevnění posloužily německé armádě v letech 1938-1945 jako obří zkušební polygon, na němž si mohla zkoumat jeho kvalitu a provedení, cvičit své vojáky a zkoušet zbraně. Německá armáda se při svých zkouškách zaměřila nejvíce na objekty v kralické kotlině a na Náchodsku, nicméně ani objekty postavené na Opavsku a Ostravsku se křtu ohněm nevyhnuly – v dubnu 1945 se o ně bojovalo během tzv. Ostravské operace, kdy posloužily k obraně těm, proti nimž byly původně budovány. Případný zájemce o tuto problematiku nechť se obrátí na publikace citované v seznamu literatury.

V polovině 30.let minulého století byla v Německu položena otázka, jaké parametry by muselo mít dělostřelectvo, aby mohlo likvidovat železobeton moderních opevnění. Výsledkem byly výpočty děl o rážích 70, 80 a 100 cm firmou Krupp, ale světlo světa spatřil železniční kanón o ráži 80 cm nazývaný „Dora“ až v roce 1942.

Zatímco tedy firma Krupp šla osvědčenou cestou, firma Röchling využila informace o patentu Škody Plzeň z roku 1935 a vydala se cestou vývoje projektilu o průměru menším, než je průměr hlavně. Tuto „podrážovou“, tedy tzv. podkaliberní střelu vedly v hlavní vodící prvky a po opuštění hlavně odpadly. Aby ale střela o menší ráži byla schopná dopravit k cíli stejné množství trhaviny, musela být značně

prodloužena, pro zajištění stability během letu byla osazena čtyřmi křídélky a získala tak víceméně šípovitý tvar a délku 1,7 – 3,6m.

Vysoký účinek podkaliberní střely tedy spočívá ve vysoké energii, jíž střela o vysoké hmotnosti působí na malé ploše i při menší dopadové rychlosti, oproti běžnému protibetonovému granátu.

Například při střelbách z 15 cm polní houfnice a o stejném úhlu dopadu vnikla střela Röchling ráže 105 mm o hmotnosti 75 kg při nárazové rychlosti 507 m/s do čs. pevnostního betonu do hloubky 216 cm, zatímco 15 cm protibetonový granát při nárazové rychlosti 736 m/s a hmotnosti 43,5 kg vnikl pouze do hloubky 114 cm. Šlo tedy zhruba o dvojnásobný účinek.

Podkaliberní střela tedy působí daleko vyšším soustředným tlakem na povrchovou vrstvu betonu a dosahuje tak vyššího vniku. Ničivý účinek výbuchu je pak mnohem vyšší.

Na čs. opevnění byly střely Röchling zkoušeny v říjnu 1939 a v zimě 1940 na Králicku, o tři roky později pak na Náchodsku a také na Rokytnicku. Celkem bylo na těžké objekty čs. opevnění vypáleno 139 střel Röchling různých ráží převážně přímou palbou z bezprostřední blízkosti (66,3 – 200 m), z pozic při reálném boji absolutně nedosažitelných.



Foto 1 Střela Röchling zachovaná v čelní stěně dělostřeleckého srubu K-Bg-S-11 „Na svahu“



Foto 2 Čelní stěna pěchotního srubu N-S-91 „Rozhledna“ poškozená ostřelováním podkaliberními střelami Röchling



Foto 3 Střela Röchling zachovaná v čelní stěně pěchotního srubu N-S-91

Vývoj střel Röchling probíhal celou válku, po ukončení vývoje se ale při změněné situaci na frontách a z obavy před ukořistěním této munice na bojiště již nedostala. Dnes představují podkaliberní střely běžnou výbavou vojsk, s úspěchem jsou používány zejména proti obrněné technice.

5. Závěr

Dobře navržená konstrukce musí v současné době nejen spolehlivě přenášet předepsaná normová zatížení, ale i v případě extrémní návrhové situace minimalizovat případné ztráty na životech. Konstrukce tedy musí mít dostatečnou zbytkovou únosnost, aby umožnila včasnou evakuaci osob v případě poškození jednoho z hlavních nosných prvků.

Poznání chování konstrukce při zásahu dělostřeleckým granátem a jeho výbuchu nám umožňuje vložit další kamínek do mozaiky chování konstrukcí při extrémních návrhových situacích. Příklad československého opevnění z let 1935-1938 nám poskytuje pregnantní ilustraci tohoto jevu a umožňuje nám lépe si představit účinek toho extrémního zatížení. Konstrukce minulosti nám tak pomáhají navrhnout lepší konstrukce budoucnosti.

6. Použitá literatura

- [1] Henrych, J.: Dynamika výbuchu a její užití, Academia, 1973.
- [2] Sameš, A.: Beton a jeho význam pro opevňovací stavby, interní materiál MNO - Hlavního štábu ŘOP, 1937.
- [3] Stehlík, E. a kol.: Lexikon těžkých objektů československého opevnění z let 1935-1938, J.Škoda FORTprint, 2001.
- [4] Ráboň, M., Gregar, O., Kachlík, B. a kol.: Val na obranu republiky – Československé opevnění z let 1935-1938 na Králicku, Spolek přátel československého opevnění Brno, s.r.o., 2005.
- [5] autorův výzkum v terénu v letech 2003-2007.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

MODELOVÉ ŘEŠENÍ PRŮSAKU NAVRHOVANÝMI PROTIPOVODŇOVÝMI OPATŘENÍMI STŘEDKY PPO OLŠINKY A POSOUZENÍ HYDRAULICKÝCH PORUCH

Pavel Fošumpaur

Abstrakt

V současné době lze zaznamenat významný rozvoj v oblasti investiční výstavby nových protipovodňových opatření. Situace je do značné míry důsledkem katastrofálních povodní, které v minulých letech postihly území naší republiky. Jedná se zejména o povodně z let 1997 a 2002. Tyto povodňové události vyvolaly potřebu koncepčního řešení protipovodňové ochrany na území ČR a samozřejmě také potřebu odstranit vzniklé povodňové škody. Výsledkem těchto snah jsou dotační tituly spravované převážně Ministerstvem zemědělství ČR. Patří mezi ně programy na odstraňování povodňových škod 2002 a 2006 a zejména program „Prevence před povodněmi“, který v současnosti navazuje již II. etapou a je spolufinancován prostřednictvím úvěru od Evropské investiční banky.

1. Úvod

Protipovodňová opatření (PPO) mohou být dle charakteru rozdělena do několika základních skupin. Dokumentace programu Prevence před povodněmi, na jejímž vyhotovení se podílela katedra hydrotechniky Fakulty stavební, ČVUT v Praze rozděluje PPO na tyto základní typy:

1. Protipovodňová opatření s retencí

Jedná se o strategicky významné PPO, neboť retenční schopnost zajišťuje zlepšení protipovodňové situace v celém rozsahu území pod opatřeními. Patří sem opatření s potenciálem zadržení vody v krajině pomocí vodních nádrží, suchých nádrží a dalších opatření v krajině.

2. Protipovodňová ochrana území podél vodních toků

Tato opatření mají lokální význam pro území v jejich bezprostředním okolí. Jde zejména o ochranné hráze a zkapacitňování koryta vodních toků.

3. Zvyšování bezpečnosti vodních děl

Ukazuje se, že v důsledku významné změny legislativy je v současnosti mnoho vodních děl v rozporu s požadavky na bezpečnost za povodní. Opatření potom spočívají ve zvýšení bezpečnosti těchto vodních děl např. zvyšováním kapacity funkčních objektů, navyšováním hrází, atd.

4. Stanovování záplavových území a studie odtokových poměrů

Do této skupiny PPO patří neinvestiční opatření studijního charakteru, jejichž cílem je zejména zajištění důležitých preventivních podkladů jako je stanovování záplavových území. Úkolem studií odtokových poměrů je pak variantní vyřešení protipovodňové ochrany daného území ve všech širších souvislostech s cílem nalezení optimální varianty, která je podrobně rozpracována v dalších fázích projektové přípravy (DÚR, DSP).

U velké části zmíněných protipovodňových opatření je významnou složkou jejich bezpečného návrhu problematika průsakových a stabilitních poměrů v podloží. Uvedená problematika je však v praxi často pomíjena nebo podceňována.

Pavel Fošumpaur, Ing., Dr.

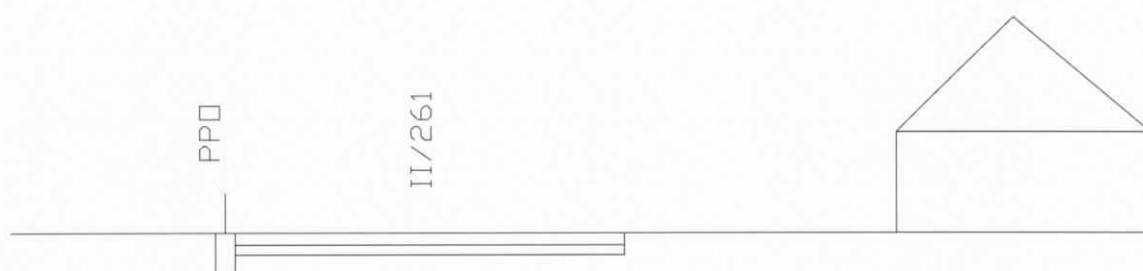
ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra hydrotechniky

Thákuřova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

tel.: 224 354 425, fax.: 224 354 408, e-mail: fosumpaur@fsv.cvut.cz

2. PPO Olšinky

V rámci tohoto příspěvku je popsáno posouzení hydrogeologických a stabilitních poměrů navrhovaného protipovodňového opatření (PPO) v obci Olšinky, které je dáno stěnovým prvkem (mobilní/stabilní stěna) v linii komunikace II/261. Realizace PPO se předpokládá na návodní straně komunikace (blíže k Labi) podél krajnice vozovky, která plní funkci cyklostezky o šířce cca 1,5 m. Posouzení vychází z dostupných historických průzkumných vrtů. Na následujícím obr. 1 je uveden posuzovaný profil, který obsahuje linii PPO (mobilní/stabilní stěna), komunikaci II/261 a vlastní chráněné území. Situace je patrná rovněž na obr. 2.



Obr. 1 Schématický vzorový řez linií PPO.



Obr. 2 Komunikace II/261 v obci Olšinky.

V rámci posouzení je orientačně určena doba trvání, za kterou dojde k průniku vody na terén chráněného území od začátku povodně a maximální hodnota průsaku po dosažení plného nasycení. Dále je součástí analýzy posouzení filtrační stability pod základovou spárou podzemních železobetonových pasů a stabilita vozovky za vzdušním lícem PPO na hydraulické prolomení vztlakem.

Pro zpracování matematického modelu průsaku a posouzení hydraulických poruch podloží byly využity tyto základní podklady:

- polohopis obce Olšinky na podkladě katastrální mapy,
- geodetické zaměření komunikace II/261 v zájmovém úseku v obci,
- zaměřené příčné profily komunikací II/261 s vyznačením poloh hladin při Q_5 , Q_{20} a Q_{100} ,
- průzkumné vrty (historické vrty vesměs z archivu Geofondu),
- místní šetření v zájmové lokalitě ze dne 19.8. 2007.

Podloží je reprezentováno charakteristickým profilem dle sondy W49. Skladba podloží:

0,0 - 6,8 m $k = 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$
 6,8 - 13,0 m $k = 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$

Skladba komunikace II/261 je uvedena podle obr. 3. Z hlediska výpočtu je uvažována vrstva asfaltového betonu, asfaltového koberce a obalovaného štěrkopísku o celkové mocnosti cca 30 cm jako nepropustná. Pod touto vrstvou je vrstva vibrovaného štěrku a štěrkopísku o mocnosti cca 40 cm, která funguje z hydrogeologického hlediska jako drén.



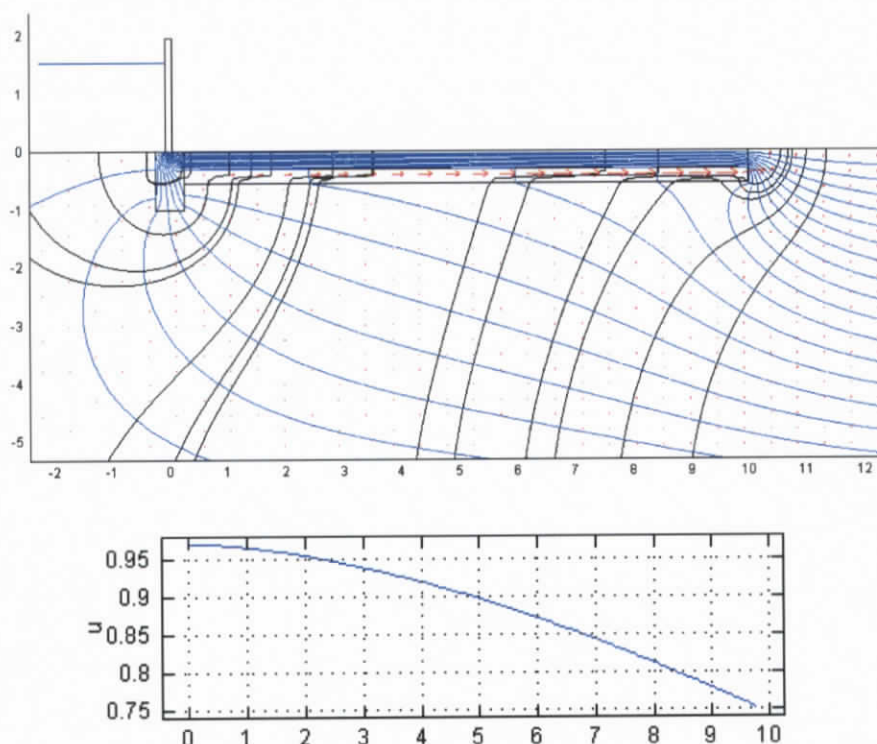
Obr. 3 Uvažovaná skladba profilu komunikace II/261.

Posouzení je pro jednotlivé varianty provedeno pomocí těchto ukazatelů, které jsou vždy uspořádány do tabulky:

- Filtrační stabilita (i) - udává hodnotu hydraulického gradientu. U stabilní/mobilní stěny je měřena pod základovou spárou podzemní žel.-bet. stěny. Kritérium vyhovuje, pokud je i menší než kritická hodnota, redukováná stupněm bezpečnosti $SF=1,5$ ($i_{dov} = 0,65$).
- Hydraulické prolomení (SF) – udává hodnotu stupně bezpečnosti jakožto podílu tíhy stropního izolátoru a vztlaku. Kritérium vyhovuje, pokud je $SF > 1$.
- doba průniku na terén – udává ve dnech orientační dobu za kterou podzemní voda pronikne na terén chráněného území,
- maximální průsak po průniku – udává hodnotu maximálního průsakového množství po dosažení stavu plného nasycení v l.s^{-1} na 1 m běžný stěny.

Následuje posouzení původního návrhu dle projektové dokumentace (AZ Consult, s.r.o.). Základ stěny má hloubku $h = 1 \text{ m}$ a je proveden v cyklostezce na návodní straně.

Profil 1	Podloží: typ A	
Hloubka základu $h = 1\text{ m}$	hodnota	posouzení
Filtrační stabilita (i)	0.50	vyhovuje
Hydraulické prolomení (SF)	0,56	nevyhovuje
dobu průniku na terén	7,7	dne
maximální průsak po průniku	0.07	$\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$

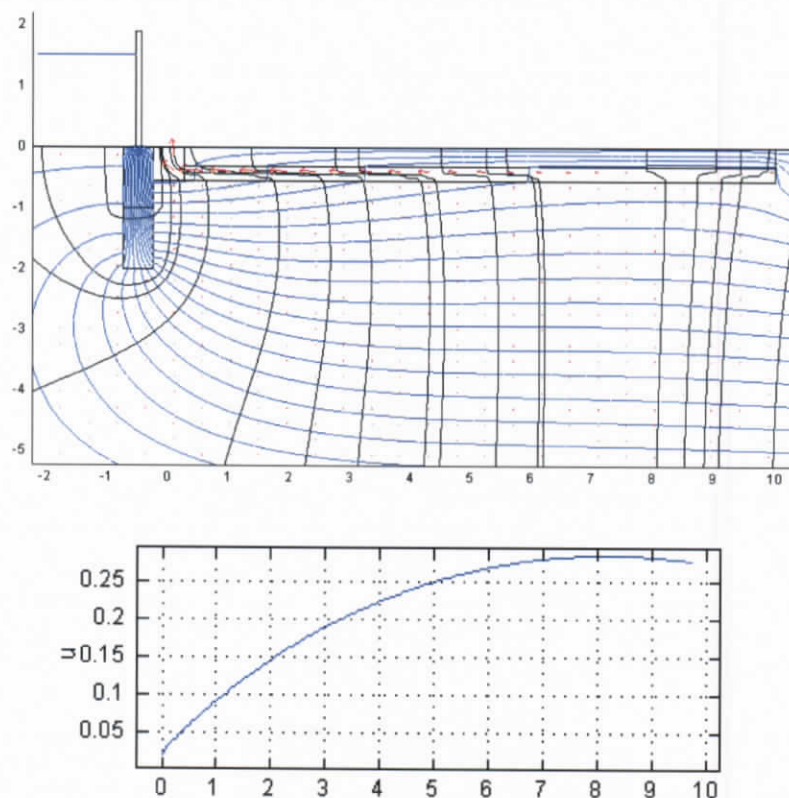


Obr. 4 Původní návrh a) proudové pole, b) průběh vztlaku pod komunikací [m v.sl.].

Z provedeného posouzení vyplývá, že kritickým bodem je stabilita komunikace na hydraulické prolomení. Vztlakové síly, které se v případě relativně propustného podloží stačí aktivovat pod nepropustným svrškem komunikace hrozí jejím nadzvednutím (prolomením). Z uvedeného důvodu je navrženo řešení, které předpokládá aplikaci podélného drénu v linii PPO. Podélný drén bude hloubky 0,5 až 0,6 m a bude navazovat na propustné podloží silničního svršku, které je tvořeno vibrovaným štěrkem nebo štěrkopískem. Toto opatření pomůže odstranit nebezpečí vztlaku, avšak zvýší hodnotu průsaku do chráněného území. Dále je možné doporučit realizaci ochranného drénu na vzdušní (protilehlé) straně komunikace, popř. přímo za základem PPO. Drén přímo za základem PPO vede k výraznějšímu poklesu tlaku v podloží silnice, ale zhoršuje filtrační stabilitu základu.

Hloubka PPO je z hlediska dodržení filtrační stability nutná $h = 2,0\text{ m}$.

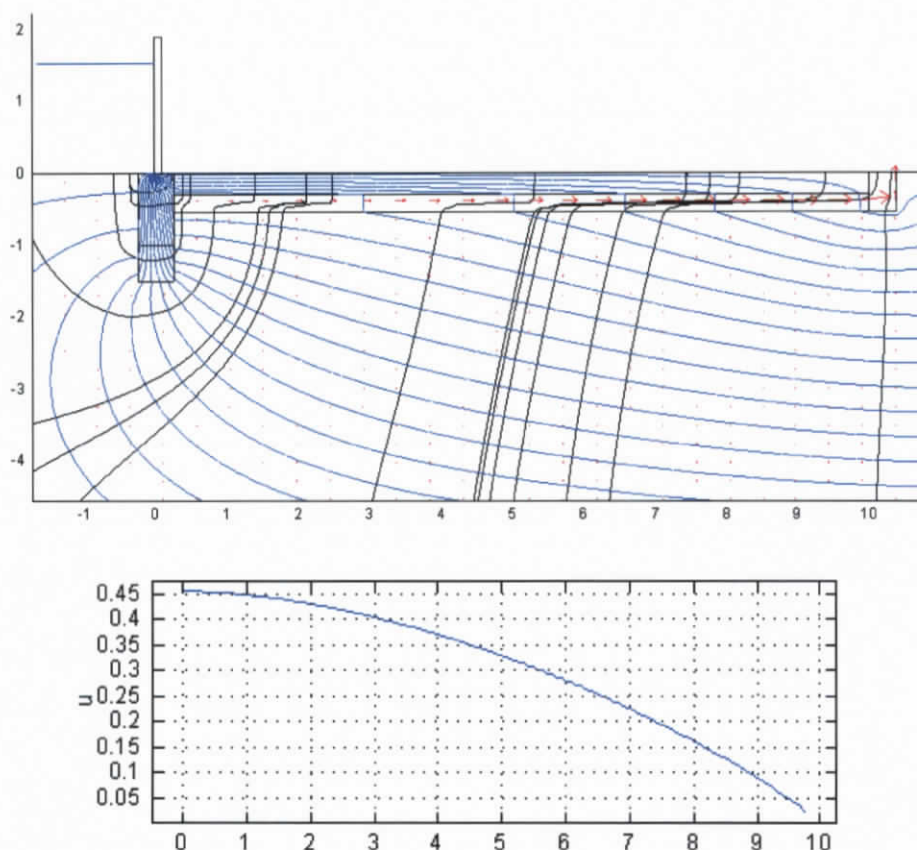
Profil 1	Podloží: typ A	
Hloubka základu $h = 2 \text{ m}$	hodnota	posouzení
Filtrační stabilita (i)	0.75	nevyhovuje
Hydraulické prolomení (SF)	1,84	vyhovuje
doba průniku na terén	12	dne
maximální průsak po průniku	0.09	$\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$



Obr. 5 Drén za linií PPO a) proudové pole, b) průběh vztlaku pod komunikací.

Z uvedeného důvodu bylo navrženo umístit drén na protilehlou stranu vozovky. Hloubka PPO je z hlediska dodržení filtrační stability nutná $h = 1,5 \text{ m}$.

Profil 1	Podloží: typ A	
Hloubka základu $h = 1,5 \text{ m}$	hodnota	posouzení
Filtrační stabilita (i)	0.65	vyhovuje
Hydraulické prolomení (SF)	1,14	vyhovuje
doba průniku na terén	15	dne
maximální průsak po průniku	0.09	$\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$



Obr. 6 Drén na opačné straně a) proudové pole, b) průběh vztlaku pod komunikací.

3. Závěr

Cílem analýzy bylo modelové posouzení navrhovaného protipovodňového opatření v Obci Posouzení dospělo k těmto závěrům:

- při realizaci linie PPO v cyklostezce na návodní straně komunikace II/261 hrozí při plném nasycení podloží v závěru návrhové povodně plná aktivace hydrostatického vztlaku, který by mohl překročit přetížení vlastní tíhou vrchních nepropustných vrstev vozovky a došlo by k jejímu nadzvednutí (destrukci).
- vzhledem k popsané hrozbě je vhodné zřídit podél linie PPO ve směru do chráněného území ochranný drén. Jeho lokalizaci lze doporučit na protilehlé straně vozovky. Hloubka drénu by měla být cca 0,5 – 0,6 m, aby došlo k jeho propojení s propustnou štěrkovou, popř. štěrkopískovou vrstvou pod komunikací. Toto řešení zajistí bezpečné snížení vztlaku pod komunikací. Realizaci drénu mezi PPO a cyklostezkou na návodní straně vozovky, lze považovat za méně vhodné řešení, neboť vede k významnějšímu zvýšení hydraulického gradientu pod základem PPO (větší riziko ztráty filtrační stability).
- z hlediska průniku vody do chráněného území průsakem podloží lze konstatovat, že průsaky jsou technicky řešitelné.

Literatura

ČSN EN 1997-1, Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla, ČNI září 2006.

Říha, J.: Ochrana před povodněmi: Problematika podrameníh vod, In: sborník konference Vodní toky 2006.

Dokumentace programu 129 120 „Podpora prevence před povodněmi II“, (II. etapa programu Prevence před povodněmi), Vydal: Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Fakultou stavební ČVUT v Praze, katedrou hydrotechniky, 2006.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

SOLÁRNÍ KOMÍN – TEORIE A PRAXE

Radim Galko, Karel Papež

Abstract

The aim of this report is to give look at the solar chimney ventilation. The main principle of solar chimney is, that by absorbing the solar radiation in a wall in the solar chimney, the air inside the chimney is heated, which creates a stack effect. This effect is used to generate the flow in the solar chimney, by which mean the solar chimney can be used for ventilation purposes. The primary need for solar chimney is to promote ventilation on hot days, when the flow through the chimney increases as the solar intensity increases. The use of a solar chimney is a good idea, to reduce the use of fossil fuel. The interest for using solar chimneys has increasingly become more popular, and some experiments have been made in using solar chimney.

This report includes a description of the construction of the multiple channel solar chimney build at Aalborg University, Aalborg, Denmark as well as a measurement of this solar chimney done on the full-scale model of the solar chimney in order to collect the necessary experimental data, which can be applied in the future. Multiple channel chimney is the case of solar chimney, where the channel is divided into sections.

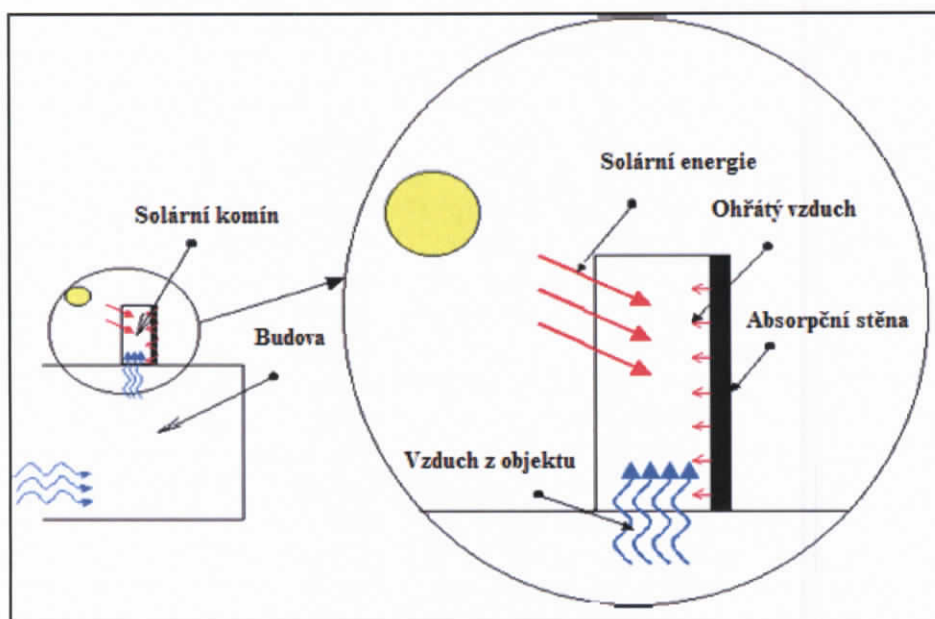
In this experimental testing of multiple channel solar chimney were measured the air temperature (vertical temperature profile) in the experiment room, inlet and outlet air temperature, the air temperature in the gaps of the solar chimney, the outside air temperature in the cavity of opened double skin facade, the surface temperatures in the solar chimney, the air flow rate in the solar chimney and the solar radiation on the roof of the building, the solar radiation on the external surface of the double skin facade and total solar radiation transmitted into the DSF.

1. Úvod

Ve stavebnictví se stále častěji setkáváme s tematikou nízkoenergetických domů. Velmi výrazně dochází ke zlepšení tepelně technických vlastností jejich obálkových konstrukcí a tedy ke snižování tepelných ztrát prostupem. Zbývá tedy dořešit problematiku jejich větrání, které je často výraznou položkou energetické spotřeby těchto nízkoenergetických a pasivních domů, které svou energetickou nenáročností přispívají k trvale udržitelnému rozvoji. Vychází se řada nových, energeticky zajímavých systémů, které nejčastěji kombinují výhody přirozeného a nuceného větrání. Přirozené větrání, jehož princip je založen na rozdílu hustot vnitřního a venkovního vzduchu a dynamickém účinku větru na budovu, je bezproblémové v zimním období, kdy je vztlak dostatečný. V letních měsících je reálné jen při vyšší teplotě vnitřního vzduchu oproti teplotě vzduchu venkovního a je tedy vázán na proozy s vysokým vývinem tepla (např. aerace). Samostatným přirozeným větráním obtížně zajistíme tepelnou pohodu a kvalitu vzduchu. Proto se často neobejdeme bez větrání mechanického nebo kombinovaného. Vylepšením přirozeného větrání může být začlenění solárního komína do systému větrání a tím využití solární energie, obnovitelného zdroje energie.

2. Hlavní princip solárního komína

Orientaci sol. komína je nutné volit na osluněnou stranu budovy, nejlépe na jižní fasádu. Solární komín je možno chápat jako větrací šachtu či jednoduchý vzduchový kolektor, který je tvořen vzduchovou dutinou, zasklením a obvykle akumulací plochou, která je tvořena materiálem dobře absorbujícím sol. záření, kdy část pohlcené energie se mění na konvekční teplo. Hlavním principem sol. komína je přeměna solární energie na kinetickou energii proudícího vzduchu, který se jejím účinkem zahřívá. Zvýšení teploty vzduchu má za následek snížení objemové tíhy a tím vytvoření vztlačky (komínového tahu), který umožňuje proudění vzduchu budovou a vytváří tak ventilaci v objektu (obr. 1).



Obr. 1 Princip solárního komína využívajícího solární energii pro podporu ventilace

Primárním použitím sol. komína je podporovat činnost přirozeného větrání při velmi teplých letních slunečních dnech, kdy je potřeba vyšší ventilace pro udržení požadovaného vnitřního tepelného komfortu a právě v těchto dnech dochází u přirozeného větrání k negativnímu jevu nízkého rozdílu mezi teplotou vzduchu uvnitř a vně budovy a je tedy malá vztlačková (hnací) síla způsobující proudění vzduchu větrací šachtou. Systém větrání solárním komínem je díky uvedenému principu schopen zajistit účinné větrání i při nižší teplotě vzduchu v místnosti vůči teplotě venkovní. Při tomto stavu by bylo klasické šachtové větrání již nepoužitelné. Všeobecně vzato může být využití sol. komína dobrým nápadem, jak redukovat používání fosilních paliv a přispět k trvale udržitelnému rozvoji, což je také důvod, proč se použití solárních komínů stává populární a jsou prováděny experimenty s jeho využitím. Během své zahraniční stáže na Aalborg University jsem uskutečnil testování solárního komína na reálném modelu. Cílem bylo stanovit chování vícekanálového solárního komína, zpracovat a analyzovat data z nepřetržitého měření teplot, rychlostí a radiací během experimentálního chodu multisolárního komína v období 28. 8. 2007 – 30. 9. 2007.

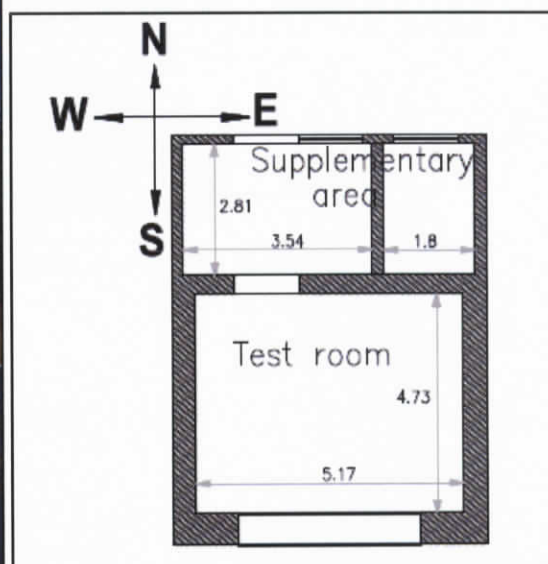
3. Popis experimentu

3.1 Objekt pro testování solárního komína

Solární komín byl umístěn do objektu, který byl postaven pro výzkumné záměry university v Aalborgu (Dánsko) v letech 2005 a 2006 (obr. 2), jeho účelem bylo především zkoušení a ověření platnosti simulačních energetických softwarových modelů pro zjištění výkonu dvojité fasády. Objekt je postaven blízko Aalborg University. Orientace objektu je zobrazena na obr. 3.



Obr. 2 Objekt se solárním komínem instalovaným za dvojitou fasádou



Obr. 3 Schéma objektu s DF na jižní fasádě

Budova je rozdělena na dvě části:

- Vysoce izolovaná testovací místnost s dvojitou fasádou (DF) na jižní straně.
- Oddělená a izolovaná strojovna a systémová místnost připojená k severní stěně testovací místnosti.

Testovací místnost je vysoce izolovaná a těsná. Vnitřní rozměry jsou 5.17 m x 4.73 m x 5.51 m. DF má jednoduché zasklení směrem k vnějšímu prostředí a dvojitě zasklení (plněno argonem) směrem k interiéru. Dutina má šířku 0.58 m a výšku 5.9 m (obr. 4). Otvory jsou umístěny ve vrchní a spodní části vnitřních a vnějších skleněných ploch. Spodní a horní otvory jsou otevíratelné. Při testování sol. komína byla spodní a horní okna venkovní části DF z poloviny otevřena vůči venkovnímu prostředí (obr. 2). Dutina DF umožnila zvýšení teploty vzduchu. Pomáhala tak lépe simulovat teplejší klima České Republiky oproti dánským podmínkám. Poloviční otevření uvedených oken dále přispělo k proudění vzduchu dutinou a tak zamezilo

cirkulaci, která nastala při úplném uzavření dutiny DF, což by ovšem mohlo značně znehodnotit výsledky měření. Teplota v dutině DF tedy kopírovala průběh venkovní teploty.

Teplota uvnitř objektu byla klimatizací konstantně udržována během celého měření na 22°C, během celého měření běžela pouze v režimu chlazení. Teplotní navýšení s rostoucí výškou uvnitř místnosti bylo zanedbatelné a tak neohrozilo měřené veličiny v komíně.



Obr. 4 Pohled na dutinu DF

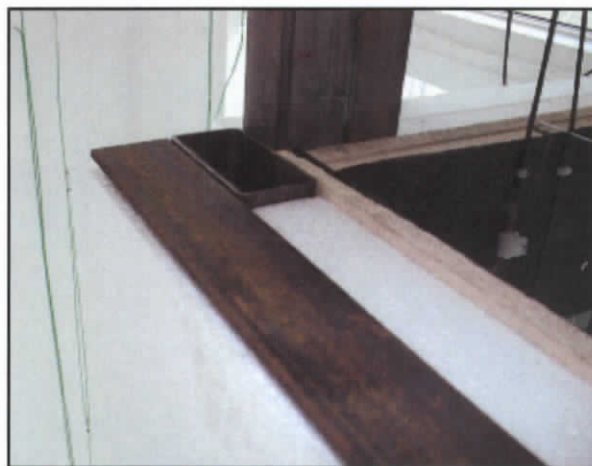
3.2 Solární komín

3.2.1 Konstrukce multisolárního komína

Na základě menšího povědomí o chování solárních komínů členěných do více komínových dutin, byl pro testování reálného solárního komína vybrán multisolární komín (obr. 5), který byl tvořen třemi dutinami hloubky cca 200 mm oddělenými dvěmi čirými skly tl. 5 mm. Předpokládala se účinnost o 108% vyšší oproti solárnímu komínu stejných dimenzí, ovšem pouze s jednou dutinou hloubky cca 600 mm. Nosná konstrukce byla svařena z 50 mm ocelových profilů U a vyplněna expandovaným polystyrenem tl. 50 mm. Na ocelovou nosnou konstrukci byly přišroubovány dřevotřískové desky, které tvořily vnitřní část sol. komína. Boční stěny byly, kvůli fixování vnitřních skleněných desek, ze dvou vzájemně propojených dřevotřískových desek o tloušťkách 19 mm a 16 mm. Zadní stěna obsahovala pouze jedinou dřevotřískovou desku tl. 16 mm. Vnitřní dřevotřískový povrch sol. komína byl natřený černou barvou kvůli zvýšení pohltivosti sluneční radiace. Vnější povrch ocelové konstrukce byl zaizolován expandovaným polystyrenem tl. 50 mm, aby se minimalizovala tepelná ztráta přes všechny stěny komína. Tato vnější tepelná izolace je umístěna velmi těsně k tepelné izolaci v nosné konstrukci, proto je na obě vrstvy pohlíženo jako na jedinou homogenní vrstvu polystyrénové izolace tl. 100 mm. Byla tedy použita lehká konstrukce (obr. 6), která je především vhodná pro přirozené větrání vnitřních prostor, narozdíl od těžké konstrukce doporučované pro noční pasivní chlazení. Solární komín byl připevněn na vnitřní zasklení dvojité fasády. Přední plochou sol. komína je tedy dvojité zasklení (VELFAC 6-12Ar-6) dvojité fasády.



Obr. 5 Multisolární komín se třemi dutinami



Obr. 6 Lehká konstrukce solárního komína

3.2.2 Geometrická charakteristika solárního komína

Vnější rozměry sol. komína

hloubka	753 mm
šířka	1255 mm
výška nad úroveň podlahy	480 mm
výška vlastního sol. komína	4605 mm
světla výška místnosti	5510 mm
vzdálenost komína od stropu	425 mm

Vnitřní rozměry sol. komína

hloubka	613 mm
šířka	1090 mm

3.2.3 Měřené veličiny u experimentálního komína

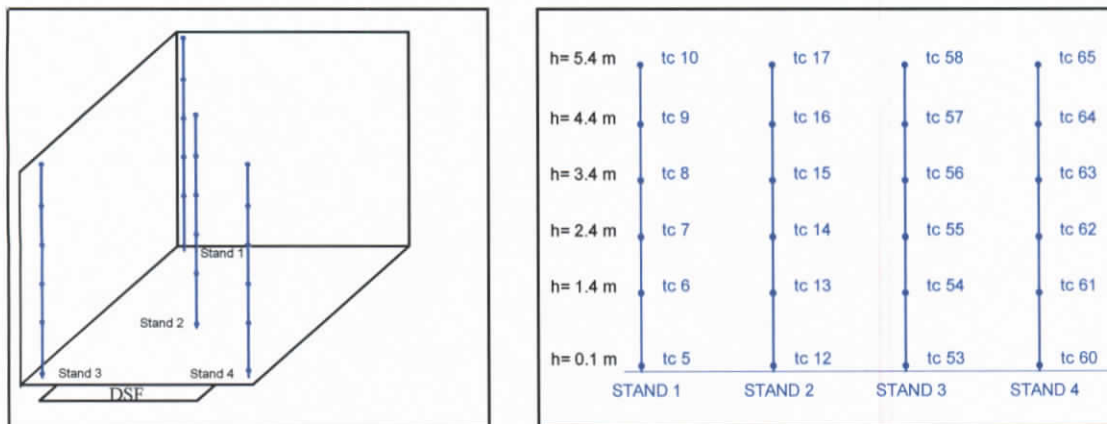
Sledovanými parametry byla teplota vzduchu na vstupu a výstupu a dále teplota ve třech úrovních solárního komína.

Dalším měřením byly teploty vnitřních povrchů a teploty skleněných ploch uvnitř komína. Simulovaná venkovní teplota v DF byla zaznamenávána v pěti výškových úrovních.

Uvnitř testovaného objektu byl ve čtyřech pozicích sledován vertikální teplotní gradient v šesti výškových úrovních pomocí nekrytých termočlánků. Pouze termočlánek na pozici 2 a ve výšce 2.5 m byl stíněný postříbřenou trubkou a větráný miniventilátorem (obr. 7).

Nejdůležitější měřenou veličinou byla rychlost na vstupu do komína a dále ve dvou výškových úrovních. Z naměřených rychlostí se stanovoval průtok solárním

komínem v závislosti na okamžité intenzitě slunečního záření. Intenzita sluneční radiace byla měřena na střeše objektu dvěma radiačními čidly a dále čidlem na vnějším povrchu dvojité fasády a čidlem umístěným na vnějším zasklení solárního komína.



Obr. 7 Měření teploty vzduchu termočlánky a pozice měření vertikálního teplotního gradientu uvnitř objektu

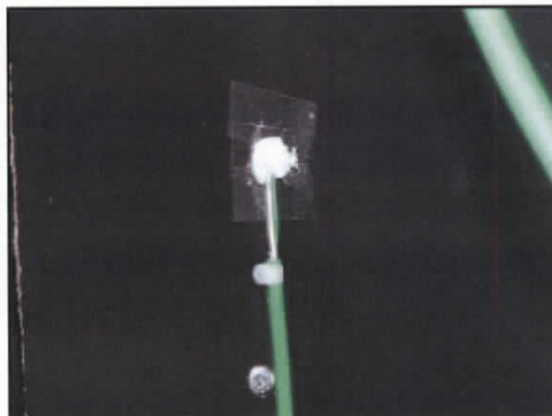
3.2.3.1 Teplota

Teplota byla měřena termoelektrickými články typu K. Čidla jsou pokrytá stříbrem, aby se redukovala radiační tepelná výměna čidla. Záznam teploty probíhal v intervalu 60 sekund třemi dataloggery Fluke Helios Plus 2287A. Pro měření teploty vzduchu byly termočlánky umístěny do postříbřené trubky osazené v horní části miniventilátorem (obr. 8). Všech 95 termočlánků určených pro měření teploty v prostoru komína a dutiny dvojité fasády bylo zkalibrováno při teplotách 20, 40, 60, 80 a 100°C.

Povrchové teploty byly měřeny čidly přilepenými k povrchům pastou s vysokou tepelnou vodivostí (obr. 9). Při měření povrchové teploty zasklení byly čidla navíc chráněny před účinkem přímého slunečního záření kusem hliníkové lepicí pásky nalepené vždy na vnějším povrchu okenní tabule (obr. 10). Umístění termoelektrických článků je patrné z následujících obrázků.



Obr. 8 Měření teploty vzduchu



Obr. 9 Měření povrchové teploty stěn



*Obr. 10 Měření povrchové teploty
skleněných tabulí*

3.2.3.2 Rychlost proudění vzduchu

Na vstupu do komína bylo pro každou ze tří dutin instalováno vertikálně 5 rychlostních čidel, které posloužily pro stanovení průtoku solárním komínem (obr. 11). Další čidla byla horizontálně umístěna přibližně ve střední a horní části sol. komína, jejich úkolem bylo sledovat horizontální rychlostní profil. Pro každou dutinu byly navrženy 3 rychlostní čidla, dvě v těsné blízkosti skleněných ploch či zadní stěny a jedno uprostřed dutiny (obr. 12). Pro záznam rychlostí ze všech rychlostních čidel byly použity dva datalogery – Dantec IFS 200 a Dantec 54N10. Rychlost byla získávána za časový úsek 120 s s následující přestávkou 60 s. Rozsah kalibrace všech 33 anemometrů v aerodynamickém tunelu byl 0 m/s až 5 m/s.



*Obr. 11 Rychlostní senzory na vstupu do
sol. komína*



*Obr. 12 Rychlostní senzory pro měření
horizontálního rychlost. profilu*

3.2.3.2 Solární radiace

V závislosti na intenzitě slunečního záření se zjišťovaly hodnoty teplot a rychlostí. Interval měření všech radiačních senzorů byl 10 s a pro záznam dat se použil datalogger Fluke Helios Plus 2287A. Intenzita sluneční radiace byla měřena na střeše objektu dvěma radiačními senzory – viz. obr. 13 (pyranometr BF3 AT Delta-

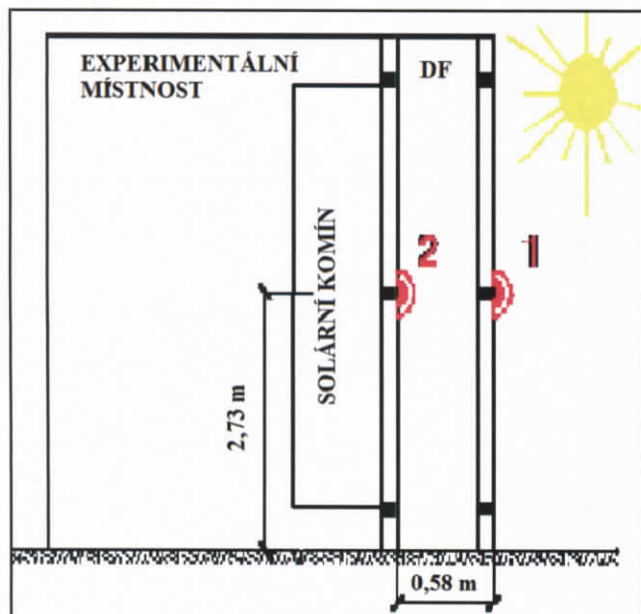
T Devices Ltd pro měření celkové a difúzní sluneční radiace na horizontálním povrchu a pyranometr Wilhelm Lambrecht pro měření celkové sluneční radiace na horizontálním povrchu - jen pro kontrolu senzoru BF3) a dále čidlem na vnějším povrchu dvojité fasády – viz. obr. 14 (pyranometr Wilhelm Lambrecht - měření celkové sluneční radiace) a čidlem umístěným na vnějším zasklení solárního komína (pyranometr Kipp&Zonen CM11 pro měření celkové solární radiace). Všechny pyranometry byly kalibrovány s referenčním senzorem CM21, který je kalibrován v simulátoru slunce a korigovaný Kipp&Zonen B.V.



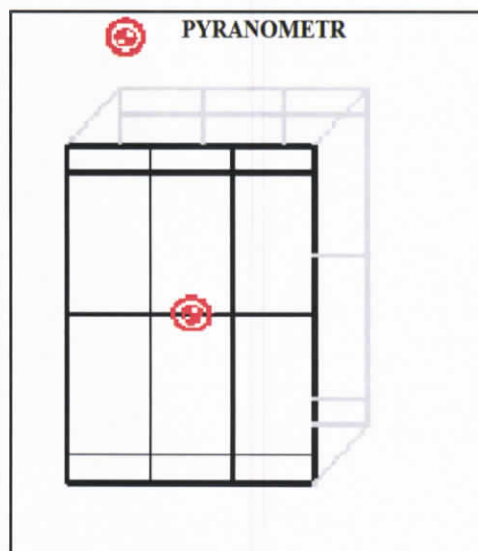
Obr. 13 Pyranometry na střeše objektu, Wilhelm Lambrecht nalevo a BF3 napravo



Obr. 14 Pyranometry na DF, Wilhelm Lambrecht napravo a CM11 nalevo



Obr. 15 Pozice pyranometrů na DF, 1) Wilhelm Lambrecht, 2) CM11



Obr. 14 Pozice pyranometru ve vztahu k okenním sekcím DF

4. Závěr

Jedním z mnoha energeticky výhodných systémů ventilace objektů je využití solárních komínů. Díky hlavnímu principu solárního komína, což je absorpce sluneční radiace ve stěnách sol. komína, se ohřívá vnitřní vzduch v komíně, čímž se

vytváří vztlak v komíně (komínový tah). Z podstaty fungování sol. komína je jeho použití velmi vhodné především pro podporu ventilace objektů během velmi teplých dnů.

Na univerzitě v Aalborgu, Dánsko, bylo zkoumáno využití vícekanálových solárních komínů, které disponují vyšší efektivitou ve srovnání s klasickými jednokanálovými solárními komíny. Bylo uskutečněno měření multisolárního komína ve skutečném měřítku za účelem získání nezbytných dat. Při experimentálním testování vícedutinového solárního komína byly měřeny následující veličiny: vertikální teplotní profil v experimentální místnosti, teplota vzduchu na vstupu a výstupu z komína, teplota vzduchu v dutinách solárního komína, teplota venkovního vzduchu v dutině částečně otevřené dvojité fasády, povrchová teplota na vnitřních plochách a skleněných tabulích solárního komína, rychlost proudění vzduchu v sol. komíně, sluneční radiace na střeše budovy a dále měření sluneční radiace na vnější ploše dvojité fasády a celkové sluneční radiace na zasklení solárního komína. V nejbližší době budou veškerá změřená data zpracována a publikována.

Literatura

- CIHELKA, J.: Solární tepelná technika. 1. vyd. Praha: Nakladatelství T. Malina, 1994. 208 s. ISBN 80-900759-5-9.
- CHARVÁT, P., JÍCHA, M., ŠTĚTINA, J.: Solární komín pro větrání a pasivní chlazení. Sborník Klimatizace a větrání 2004. 1. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí Praha, 2004, s. 153-157. ISBN 80-02-01598-3.
- HALLDÓRSSON, J., BYRJALSEN, CH.: Experimental and numerical studies of a solar chimney with uniform heat flux. [Diplomová práce] . Aalborg 2001. 143 s., Aalborg University.
- KALYANOVA, O., HEISELBERG, P.: Description of Test Facility. [Popisná zpráva]. Aalborg, Aalborg University 2005. 20s.
- KALYANOVA, O., HEISELBERG, P.: Comparative Test Case Specification. Aalborg, Aalborg University 2007. 45s.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

VEGETAČNÍ ÚPRAVA STŘECH

Eva Hlavová Gazdová, Tomáš Pokorný

Abstract

There are more and more built-up areas in our environment and grassed area is becoming more and rarer. Very interesting but in our conditions not wide-spread solution can help with this problem - a vegetative roof arrangement, so-called "green roofs". The idea of French architect Le Corbusier that the built-up area at the bottom returns to the countryside (nature) by the green roof on high still holds true.

1. Úvod se stručnou historií střech s vegetační úpravou

První zmínky o jakýchkoli sadech na střechách se objevily na blízkém východě v dávné minulosti, resp. v době rozkvětu Mezopotamské říše. Dalo by se říci, že rodinou oblastí zelených střech jsou Asýrie a Babylón. Při vykopávkách mezi Eufratem a Tigridem se našly reliéfy z přelomu 8. a 7. století před počátkem našeho letopočtu, které zobrazují několika patrové ozeleněné terasy s vlastním zavlažovacím systémem.

Pravděpodobně v 6. století př. n. l. byly v Babyloně postaveny Semiramidiny visuté zahrady, které si později od Řeků díky své velkoleposti a kráse vysloužily nazvání druhý div světa. Ozelenění střech se postupně přeneslo do Evropy, především do řecké a římské říše. Ve starém Římě se stala střešní zahrada nezbytnou součástí většiny patricijských domů a paláců. V polovině 11. století přibývá střešních a terasových zahrad v Itálii, ve Francii a dalších evropských zemích. Na přelomu 17. a 18. století se v některých knihách a spisech objevují doporučení, aby se šikmé střechy nahradily plochými zelenými střechami, které umožňují obyvatelům domu jak odpočinek, tak příležitost k „práci na zahradě.“

Od poloviny 19. století se i u nás začaly budovat střešní zahrady v pravém slova smyslu. S rozvojem stavebnictví v počátku 20. století přichází i další rozmach zelených střech. Velkým zastáncem těchto řešení byl Le Corbusiere, který psal o zelených střechách jako o nezbytné součásti moderní architektury.

V současnosti se návrhy zelených střech neobjevují jen díky architektonickým požadavkům, ale stále více se prosazuje i hledisko užité a v neposlední řadě ekologické.

2. Přednosti a nevýhody střech s vegetační úpravou

Ekonomické hledisko

Hlavním úkolem střech je zajištění ochrany prostorů pod nimi před povětrnostními vlivy. Při dostatečném zateplení konstrukce je také účinně chráněna v létě před nadměrným ohříváním a v zimě ochlazováním. Ve spojení s vrstvami určenými pro vegetaci se zvyšuje také akumulační schopnost konstrukce. Klima v objektu je pak stálejší a umožňuje snížit ekonomickou náročnost úpravy teploty vnitřního prostředí snížením nákladů na vytápění.

Použitý substrát chrání střešní hydroizolaci a celý střešní plášť před prudkými nárazovými změnami teplot vlivem vnějších teplot. Ochranou před UV zářením se téměř neomezeně prodlužuje životnost střešního pláště a snižují se nároky na jeho údržbu.

Nevýhodou je však vyšší pořizovací cena, především v případě nutnosti zemních prací.

Ekologické hledisko

Řešení střech pomocí vegetační úpravy je nesporně velkým přínosem především z hlediska ekologického. Plochy zeleně v našich městech bývají vystřídány zastavěnou plochou a většinou není možná náhrada. S každou zastavěnou dílčí plochou zeleně přicházíme o kyslík, který zeleň prostřednictvím fotosyntézy vyprodukuje, přičemž již plocha necelých tří desítek metrů čtverečních vyprodukuje za den tolik kyslíku, kolik spotřebuje člověk za stejný čas na dýchání. S větším množstvím zeleně ve městech se zlepšuje jejich prostředí, a to obohacováním vzduchu kyslíkem a vázáním oxidu uhličitého.

Ve vegetačním souvrství ozeleněných ploch dochází ke zpomalení odtoku srážkové vody o 10 – 50 %, její část je dále zadržována a jejím pozvolným odpařováním dochází ke zvlhčování ovzduší v okolí. Rostliny tak zlepšují mikroklima tím, že ochlazují a zvlhčují okolní vzduch. Povrch střech se zelení má také důležitou schopnost filtrační. Vzduch obsahuje částice prachu, nečistot a škodlivin. Vysázená zeleň lépe zachycuje tyto škodlivé příměsi, absorbuje škodlivé plynné částice a aerosoly. Ty se zachytávají na povrchu listů, z nichž je smyje déšť, nebo se dostanou do země se spadajícími listy. Výhodou je také zvýšení zvukové izolace pomocí vegetačního souvrství substrátu. Tím se nebezpečně snižuje kvalita prostředí, prašnost a hluchost.

Rostliny jsou přirozenými hostiteli drobné fauny. V zeleni na střeše proto také najdeme různé druhy hmyzu a ptáků. Střechy se mohou stát tak i přirozenou lokalitou vzácných druhů rostlin.

Všechny výše zmíněné ekologické funkce zeleně jako takové v našem prostředí nesporně ukazují výhody jejího použití na plochách střech.

Estetické hledisko

Mnohé architektonické studie se dnes zabývají návrhy různých „ekologických domů“ s pobytovými střechami a terasami opatřenými různorodou zelení a stromy, ale i bazény, hřišti apod. Zelené střechy nesporně obohacují životní prostředí především ve městech svoji vysokou estetickou hodnotou. Možnost vytvářet okrasnou zahradu využitelnou pro pobyt v harmonizujícím prostředí, přibližuje přirozené, esteticky přijatelné a potřebné přírodní prvky do bezprostředního kontaktu s lidmi, kteří v něm žijí. Takovéto prostředí má pozitivní psychologické účinky, oplývá příjemným aroma a představuje příjemný životní prostor. Celkově vytváří kvalitativně lepší prostředí a vytváří zónu relaxace, což je přínosné především uvnitř městské zástavby.

Zřejmý je pak také pozitivní vliv na psychiku člověka vlivem bližšího kontaktu s přírodou a působením zeleně jako také. Nakonec lze snadno posoudit rozdíl mezi pohledem na střechu z povlakových krytin a na tyto kouzelné variace rostlin.

3. Rozdělení střech s vegetační úpravou

Typy vegetačních střech z hlediska funkce

Pohledová střešní krytina

Jedná-li se o střechu, která nebude určena k pobytu osob, můžeme ji označit jako pohledovou, nebo také jako zelenou střechu. K osázení této zelené střechy vybíráme rostliny, které nevyžadují žádnou další péči ani zálivku, samovolně se rozrůs-

tají a v průběhu různých ročních období mění svou podobu, jedná se o tzv. přírodě podobné osázení.



Obr. 1: Příklad pohledové vegetační střešní krytiny

Pochozí střešní zahrada

Střešní zahrady jsou určeny pro dlouhodobý pobyt osob koncipována většinou jako místo k relaxaci. Střešní zahrady patří spolu se střechami pochůznými a pojižděnými mezi střechy provozní. Označujeme je také jako střešní zahrady. Může být na úrovni ulice a sloužit jako terasa, například jde-li o střechu nad garáží nebo jiným prostorem, zrovna tak jako na střechách výškových budov. Jedná se o odborně založenou zahradu, která se bude rozvíjet a vyžaduje péči jako běžná zahrada.

Typy vegetačních střech z hlediska intenzity údržby

Extenzivní střešní ozelenění

Tento typ úpravy vegetační vrstvy je nejčastější. Navrhuje se zejména z estetických důvodů a pro střechy pohledové. Jedná se o neudržovanou zeleň s vhodně zvoleným výběrem nenáročných rostlin, jako jsou rozchodníky, mechy, netřesky a jiné sukulenty, suchomilné trávy a byliny, které vyžadují minimální péči, plošně se rozrůstající trvalky a především takové druhy rostlin, které bez ujmy přežijí období vyschnutí, při dodání vláhy snadno regenerují a nevyžadují pravidelnou a častou údržbu. Tyto rostliny jsou dlouhodobě schopné snášet extrémní podmínky na střeše a postačí jim poměrně malá vrstva substrátu. Tato úprava má obvykle malou stavební výšku a výška substrátu pro vegetaci se pohybuje pro nejmenší zatížení od 60 do 100mm a silnější vrstva mezi 100 a 150 mm. Tloušťky vrstev substrátu jsou určeny sklonem střechy, dále se přizpůsobují podle zvolené technologie a druhu rostlin.

Plošná hmotnost vegetačního souvrství je pak od 80 do 200 kg/m².

Jejich použití je vhodné do sklonu střech 20°, specializované materiály jako porézní panely, příčná žebra, sítě apod. však dovolují ozelenit i střechu se sklonem 40°.

U těchto střech obvykle není realizován zavlažovací systém, a i tento faktor snižuje celkové náklady na tento typ střešní vegetace v průběhu výstavby i následné údržby a péče o rostliny.

Jednoduché intenzivní střešní ozelenění

V některých zdrojích se objevuje termín jednoduchá intenzivní zeleň. Má se jednat o přechodový typ mezi extenzivní a intenzivní zelení. Je v podstatě tvořena

stejnými rostlinami jako má extenzivní zeleň s tím, že je doplňují suchomilné trvalky. Výška střešního substrátu se proto pohybuje v rozmezí 150 až 300 mm. Plošná hmotnost tohoto vegetačního souvrství se pohybuje od 150 do 300 kg/m². Z hlediska využití, údržby a zavlažování je tento typ zeleně podobný jako extenzivní zeleň.

Intenzivní střešní ozelenění

Tato úprava střechy umožňuje řešit užitné plochy trávníků a květin, keřů, dřevin, ale i stromů a jiných náročnějších rostlin. Ty jsou srovnatelné s běžnými venkovními plochami a umožňují rekreační a pracovní pobyt osob na střeše. Znamenají ale také nutnost odpovídající pravidelné odborné péče a údržby, a ve většině případů provedení samostatného zavlažovacího systému. Vysoké nároky z hlediska výběru druhu rostlin mají za následek větší stavební výšku vrstvy substrátu, která je od 200mm až do 350mm i více. V souvislosti s tím vznikne i vyšší zátěž střechy, ta se pohybuje od 200 až po 1500 kg/m² s bodovými zatíženími od stromů a jiných konstrukcí. Tato úprava je zvláště při větších zatíženích možná pouze u střech plochých se sklonem do 5°.

3. Konstrukce střech s vegetační úpravou

Střechu s vegetačním souvrstvím je potřeba navrhovat přímo se stavbou domu a je nutné znát detailně nosnou konstrukci s možností zatížení všech jejích částí. Je třeba počítat nejen s vrstvou mokré zeminy a tedy zvýšeným stálým zatížením, ale také s kvalitním řešením hydroizolace, která musí být odolná proti prorůstání kořínků, důležitý je návrh akumulace a odvodu dešťové vody, návrh na odolnost proti sání větru, tepelně izolačních vlastností a konečně i způsobu využití a udržování zeleně.

Jednou z prvních otázek při řešení střech s vegetační úpravou je otázka druhu střešní konstrukce a samotného sklonu střešní roviny, její výška a orientace. Vhodné jsou střechy ploché, u střech s většími sklony jsou nutná zajištění proti sesuvu zeminy a nastávají i další komplikace.



Obr. 2: Objekt v realizaci

Skladba střešního pláště

Střešní plášť je část střechy tvořená nosnou vrstvou střešního pláště, k níž jsou přiřazené další vrstvy v závislosti na funkci střešního pláště. Střechy s vegetační úpravou se skládají z řady vrstev, jejichž úkolem je nahradit rostlinám při omezené přírodní podmínky a spolehlivě ochránit střešní krytinu. Skladba vrstev i materiály

používané pro zelené střechy jsou u většiny typů obdobné. Rozdílné jsou zpravidla pouze tloušťky vrstev a speciální opatření při velkém sklonu střechy.

Skladba střešního pláště u střech s vegetační úpravou je většinou řešena jako jednoplášťová. Buď s klasickým pořadím vrstev, nebo s obráceným pořadím vrstev – tzv. „inverzní“ střecha, kde je hydroizolační vrstva umístěna pod vrstvou tepelně izolační. Může být také kombinovaná – tzv. „duo“, kde je hydroizolační vrstva umístěna mezi dvěma vrstvami tepelné izolace a střecha pak může fungovat jako jednoplášťová provětrávaná. Zcela výjimečně se navrhují provozní střechy a tedy i střechy s vegetační úpravou jako dvouplášťové. Volba variant skladeb závisí na konkrétních vnějších a vnitřních podmínkách. Skladby střešního pláště a výběr vhodných materiálů pro jednotlivé vrstvy se navrhují na druh provozu, ke kterému bude střecha užívána.

Střecha a její vrstvy musí být navrhovány s ohledem na namáhání vodní párou, namáhání vlhkostí obsaženou v pórovitých materiálech, namáhání srážkovou vodou a její částí zadrženou na povrchu, vodou provozní stékající po povrchu nebo působící hydrostatickým tlakem. Zvláště u střech s vegetačními úpravami jsou tato namáhání zvýšená. Střecha však nesmí propouštět vodu ani vlhkost v kapalném skupenství do podstřešních konstrukcí a prostor, ani na svůj dolní povrch. Pro návrh akumulace a využití dešťových vod se používají údaje o dlouhodobých srážkových úhrnech.

Popis základní skladby střechy s vegetační úpravou

Na nosnou konstrukci střechy a spádovou vrstvu, pokud je navržena, je provedena jako první vrstva parozábrany. Případně může být na monoliticky provedené spádové vrstvě umístěna ještě expanzní vrstva, především pod asfaltové pásy. Poté pokládáme na sraz tepelnou izolaci. Následuje důležitá hydroizolační vrstva ve tvaru nepropustné vany, která je tvořena např. kaučukovou, asfaltovými pásy nebo PVC fólií. PVC folie je však velmi náchylná k mechanickému poškození a její chemické složení neumožňuje umístění na bitumenové pásy. Proto se mezi PVC fólii a asfaltové pásy vždy pokládá dělicí vrstva v podobě geotextilie.

V případě návrhu střechy s opačným pořadím vrstev je tepelná izolace umístěna nad hydroizolací. Na hydroizolační vrstvu se pokládá další vrstva geotextilie a vrstva drenážní s nezbytnou funkcí odvodu přebytečné vody a jejího jímání. Dále se klade filtrační tkanina, která zabraňuje vyplavování jemných částí substrátu do drenáže. Poslední vrstva zelené střechy je tvořena vlastním substrátem, který umožňuje zakořenění rostlin a na závěr je vysazena samotná vegetace.

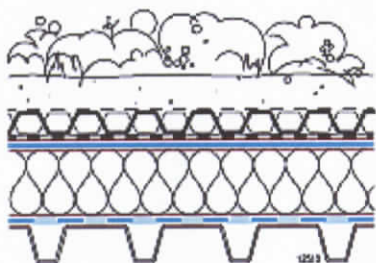
Zavlažovací systémy

Střešní zahrady s extenzivní zelení většinou nevyžadují zavlažovací systémy, protože vystačí s přirozenými dešťovými srážkami. Musíme ovšem počítat s dostupností vody pro závluku během výsadby a údržby. U intenzivního ozelenění se objevuje většinou nutnost doplňkové závlahy. Někdy bývá dodávka vody zajištěna stálou hladinou vody nad hydroizolací střechy.

Existují však dvě základní varianty zavlažovacích systémů, nadpovrchové, které zajišťuje systém trubek vedených nad povrchem plochy či prostorem zeleně a ukončených osazenými výsuvnými postřikovači. Hydrodynamickým tlakem vody se vysunují vnitřní trubky do pracovní polohy a podpovrchové, zajišťované soustavou perforovaných trubek nebo hadic obalených filtrační tkaninou, které jsou vedeny pod povrchem a ze kterých vykapává voda. V některých případech je zavlažování řízeno počítačem, který je propojen s vlhkostními čidly umístěnými ve vegetační vrstvě.

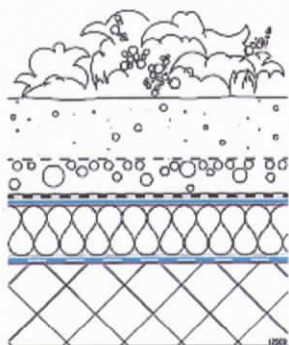
Zavlažovací potrubí pak může být ručně ovládané, automatické nebo solárně ovládané.

Příklad skladby extenzivní vegetační úpravy střešního pláště



1. podkladní konstrukce ve spádu
2. parotěsná zábrana
3. tepelně izolační vrstva
4. hydroizolační vrstva s odolností proti prorůstání kořenů
5. ochranná separační vrstva
6. vegetační souvrství, např. zahrad.substrát z minerál. šterku a org. živin, tl. cca 100 mm
7. extenzivní výsadba podle pokynů zahradníka

Příklad skladby intenzivní vegetační úpravy střešního pláště



1. podkladní konstrukce se spádem
2. parotěsná zábrana
3. tepelně izolační vrstva
4. hydroizolační vrstva
5. ochranné vrstvy, např. rohož z geotextilie
6. drenážní a akumulací vrstvy
7. filtrační vrstvy, např. rohož ze synt. vlákna
8. vegetační souvrství, substrát tl. min. 200 mm
9. intenzivní výsadba podle pokynů zahradníka

4. Vrstva substrátu

V závislosti na náročnosti vysazovaných rostlin je třeba navrhnout potřebnou tloušťku a bohatost substrátu. Substrát se vždy skládá z minerálních složek a humusu. Minerální části zajišťují kromě zadržení určitého množství vody i možnost dobrého provzdušnění substrátu. Část tvořená humusem slouží k samotné výživě rostlin. Substráty určené pro jednotlivé druhy extenzivní či intenzivní zeleně se vzájemně liší poměrem mezi minerální a humusovou částí substrátu. Pro nejjednodušší ozelenění s tloušťkou substrátu do 80 mm je obsah humusu v substrátu cca 20 %, zatímco u nejnáročnější zeleně (např. stromy či anglický trávník) se obsah humusu v substrátu zvýší až na 70 %.

Pokládka vrstvy substrátu

Vrstva substrátu je odvozena od druhu vegetace použité na střešním plášti. Půdní profil se po vrstvách rovnoměrně hutní. Vzniká tak prostředí, které je schopné vést kapilární vodu. Při vyměřování požadované výšky je třeba zohlednit počáteční slehnutí.

Substrát se vždy překrývá drtí, různými typy drátěných pletiv, rohoží nebo sítí z plastů. Nutnost stabilizace vyplývá z možnosti poškození povrchu vegetační vrstvy účinkem větru. Dočasnost tohoto preventivního opatření je možné stanovit od počát-

ku výsadby rostlin do jejich prokořenění do zemního substrátu. Na střechách s převýšením nad terénem je nutné chránit vegetační vrstvu trvale, a to především z hlediska účinků sání větru na ploché střeše.

V případě potřeby se vegetační substrát udržuje vlhký stálým zavodňováním, aby se zamezilo vyschnutí povrchu a odvátí větrem. Při delší časové prodlevě mezi rozprostřením substrátu a osázením zelení jsou obvykle potřebná dodatečná opatření k ochraně před erozí, ochranné textilie zajištěné proti sání větru.



Obr. 3: Pokládka substrátu

Pro pokládání substrátu se používá různých způsobů mechanizace nebo ruční pokládky. Vrstva by měla být rovnoměrná, specifikovaná dle druhu rostlin.

Po okrajích střechy je pás široký 25 – 50 cm tvořený kačírkem, mezi vegetací a stavebními prvky je nutný pruh 50 cm a podél okapové hrany cca 30 cm široký štěrkový pás s drenáží. Jedná se o protipožární ochranu a lepší možnost odvodnění.

Ozelenění substrátu

Způsobů ozelenění vegetačních střech je větší množství. Zásadní roli hraje přitom záměr kompozice, se kterou je vegetační střecha tvořena. Běžná praxe zaručuje možnost mísení různých druhů ozelenění.

Nejčastější způsoby ozelenění jsou:

- Suchý výsev
- Mokrý výsev
- Vegetační rohože
- Výsev částí rostlin
- Travní koberce
- Výsadba rostlin

Prvotním zájmem u střešního ozelenění je, aby rostliny co nejdříve zakořenily a staly se do jisté míry odolné vůči vnějším podmínkám, zejména vodní erozi. Sklonitě střechy částečně zamezují možnosti použití výsevů a často je na nich nutné použít zatravňovací rohože. U jednoduchého intenzivního a intenzivního ozelenění je opět možné použití všech systémů ozelenění, výsadba dřevin a stromů je prováděna s balem z důvodu lepší ujmavosti rostlin.

Následují dokončovací práce jako počáteční zavlažení, dále zalévání v pravidelných intervalech až do přejímky, počáteční hnojení a doplňkový osev nebo sadba.

6. Závěr

Každá účelová plochá střecha musí mít zpracovaný realizační projekt, který řeší architektonicko-dispoziční uspořádání s vazbou na stavební projekt a potřeby uživatele stavby a střechy. V případě projektu pro realizaci stavby s použitím zelené střechy je nutné počítat s odpovídající přípravou. Zvláště jestliže má jít o pobytovou střešní zahradu, která bude vystavena vyšším zatížením, je nutné statické posouzení, znalost možnosti zatížení jednotlivých částí a zohlednění hmotnosti celé konstrukce se zabráněním místnímu přetížení zatížení.

Ačkoliv je zelená střecha v mnohých směrech výhodným řešením úpravy střech, je potřeba uvést, že ji není možno uplatnit u jakékoli stavby. Zejména v případě rekonstrukcí je takovéto řešení velmi technicky i finančně náročné.

V současné době se střešní zahrady často stávají nejen výrazným reprezentativním, ale i užitným prvkem pro vlastníka nebo uživatele objektu. Stále více se začínají prosazovat na našich budovách nejen z důvodů estetických a ekologických, ale i praktických, neboť plní i funkci doplňkové tepelné a zvukové izolace. Chrání střešní plášť před mechanickým poškozením a před účinky UV záření, snižují tepelné namáhání střešního pláště a zlepšují kvalitu životního prostředí. Samotné použití zeminy jako střešní krytiny může být zajímavým řešením i do budoucnosti.

7. Seznam použité literatury

- Botan, A., Koutský, K.: Zelené střechy, Praha 1994
Kupilík, V.: Střechy, Praha, SIA – stavební informační agentura, 1997
Hanzalová, L., Šilarová, Š. a kolektiv: Ploché střechy, Praha, Inf. centrum ČKAIT, 2005
Minke, G., Dacher begrünen einfach und wirkungsvoll, Staufen bei Freiburg, 1997
Kutnar, Z.: Vegetační střechy a střešní zahrady. Skladby a detaily.
Hanzalová, L., Šilarová, Š.: Konstrukce pozemních staveb 40, ČVUT Praha
Podklady firem Zinco – www.zinco.de a Stavcom – www.stavcom.cz

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

K ŘEŠENÍ ENVIRONMENTÁLNÍ AGENDY JAKO SOUČÁSTI PŘÍPRAVY STAVBY

Čeněk Jarský, Stanislav Ferko

Abstract

The contribution describes the design of the concept and algorithm of the solution of the agenda of the environmental influence of the building process with the help of microcomputers and in the direct link to the methodology of the construction technology design and thus to the building process preparation and planning. The results of this research work can become a part of the environmental management system at many contractors. It can simplify and accelerate this agenda. Further first results of the developed software are introduced, esp. the design of the register of environmental aspects and their database for the possibility of automated creating of environmental plans. These problems have not been solved neither in the Czech Republic nor abroad yet and therefore rather a big interest for the results and for the use of the software in the contractor's firms can be expected.

1. Úvod

V současné době jsou v rámci přebírání norem Evropské unie přísnější požadavky na zpracování agend přípravy jednotlivých staveb. To znamená, že každá stavba musí být během své realizace řízena a spravována podle dokumentů, daných jednak zvyklostmi užívanými u dané stavební firmy, jednak požadavky investora a dále respektováním norem ISO (základní dokumenty stavebně technologického projektu včetně síťového grafu a časového plánu, plán jakosti – kontrolní a zkušební plán atd.) i vzhledem k vlivům stavební činnosti na životní prostředí. Řízení a vedení staveb dle principů projektového řízení s respektováním stavebně technologických zásad by mohlo být efektivnější a rychlejší než doposud. K zprogresivnění přípravy a řízení staveb pomáhají automatizované systémy, např. [2], [8]. Pomocí programových systémů odpadá mnoho práce kolem vytváření těchto dokumentů a tím se veškerá příprava staveb výrazně urychluje a zpřesňuje. Různé agendy se však dosud vytvářejí mnohdy ručně, kdy ve větších firmách existují specializovaní pracovníci, kteří problematiku těchto agend mají na starosti. Tím dochází ke zbytečnému opakování zadávání relevantních dat. Některé agendy, jako např. i agenda vlivu stavební činnosti na životní prostředí se dosud zpracovává ručně, jen pomocí kupř. obecných počítačových programů, např. tabulkového procesoru Excel, bez respektování údajů a zásad vyplývajících z ostatních dokumentů přípravy staveb.

V předloženém příspěvku je představen návrh koncepce a algoritmus řešení agendy vlivu stavební činnosti na životní prostředí pomocí mikropočítačů v přímém napojení na metodiku stavebně technologického projektování a tím na proces přípravy stavby. Toto řešení se může stát u stavebních dodavatelských firem součástí systému pro řízení životního prostředí (EMS – Environmental Management System) a celou agendu zrychlit a zjednodušit. Dále jsou uvedeny první výsledky práce autorů

Čeněk Jarský, prof. Ing., DrSc.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra technologie staveb

Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

tel.: 224 354 590, fax.: 224 354 592, e-mail: jarsky@fsv.cvut.cz

Stanislav Ferko, Ing.

VOKD a. s., Nákladní 1/3179, 702 80 Ostrava

tel.: 724 136 657, e-mail: ferko@vokd.cz

dosažené v této oblasti. Impulem k této činnosti je fakt, že nikde u nás doposud není systematicky řešena problematika automatizovaného zpracování agendy EMS pro konkrétní stavby.

2. K návaznosti agendy environmentálních vlivů stavební činnosti na přípravu staveb

Z každodenní zkušenosti z práce na staveništi je možno konstatovat, že prakticky každý stavební proces prováděný pracovní četou má určitý negativní vliv na životní prostředí. Mnohé procesy jsou hlučné, v jiných pracovní čety pracují s jedovatými látkami, mnohé produkují poměrně značné množství odpadu. Proto je třeba, aby agenda řešení vlivu stavební činnosti na životní prostředí byla řešena v přímé návaznosti na práci jednotlivých pracovních čet – tj. v technologické struktuře dílčích stavebních procesů a s přihlédnutím k normě ČSN ISO 14001 [5], která tuto agendu vymezuje a zastřešuje.

Ze základních dokumentů přípravy staveb zobrazuje sled stavebních prací v technologické struktuře dílčích stavebních procesů technologický rozbor, někdy nazývaný technologický normál [4]. Technologické normály v požadované technologické struktuře jsou při automatizovaném zpracování jedním z výstupů vypočteného stavebně technologického síťového grafu systému CONTEC, viz [2], u kterého je již k dispozici i sestavená databáze dílčích stavebních procesů s nejdůležitějšími údaji o normě času, ceně, produktivitě, nákladových a jiných zdrojích, počtu pracovníků a technologických přestávkách.

Součástí zmíněného systému se v minulých letech stala i pracovní oblast tvorby kontrolních a zkušebních plánů – plánů jakosti [3], [1], [7]. Automatizované zpracování těchto dokumentů v přímé návaznosti na stavebně technologický síťový graf vytvořený v technologické struktuře dílčích stavebních procesů umožnila databáze kontrol a zkoušek vlastností produktů, které jsou vyráběny jednotlivými pracovními četami, a specializovaný program nejen pro údržbu této databáze ale i pro vlastní tvorbu kontrolních a zkušebních plánů, harmonogramů provádění zkoušek a kontrol kvality a operativní evidenci skutečně provedených kontrol.

Podobnou koncepci zvolíme i pro řešení agendy vlivu stavební činnosti na životní prostředí pomocí počítače. Jak se ukazuje v praxi, řada stavebních procesů má stejný, nebo velmi podobný vliv na životní prostředí. Proto je nutné nejprve sestavit tzv. registr environmentálních aspektů, jakožto soupis karet, na kterých budou uvedeny nejdůležitější vlastnosti těchto aspektů, zejména nejvýznamnější polutanty, jejich limitní hodnoty, odpovědnost za znečištění životního prostředí konkrétním aspektem a návrh prevence a opatření k likvidaci negativního vlivu na životní prostředí. U každého aspektu v tomto registru bude dále provedeno ohodnocení závažnosti environmentálního aspektu pomocí několika vytypovaných hledisek.

Na základě sestaveného registru environmentálních aspektů bude dále sestavena databáze environmentálních aspektů, ve které budou uvedeny konkrétní aspekty působící na životní prostředí u jednotlivých dílčích stavebních procesů. Tato databáze bude vytvořena podobně jako databáze kontrol pro tvorbu kontrolních a zkušebních plánů, viz [2], [3], v přímé návaznosti na již výše zmíněnou databázi činností systému CONTEC, která obsahuje údaje o dílčích stavebních procesech. V databázi environmentálních aspektů bude ke každému stavebnímu procesu připojeno několik nejdůležitějších environmentálních aspektů, kterými tento stavební proces nepříznivě ovlivňuje životní prostředí. Tyto konkrétní aspekty mohou (ale nemusejí) být součástí registru environmentálních aspektů. Do databáze bude možno vkládat i vlivy, které

nejsou uvedeny v registru. Bude možno je pak z databáze do registru převést, neboť to zjednoduší zadávání dat i u dalších dílčích stavebních procesů v databázi.

Následně bude sestaven algoritmus a vyvinut program, který v návaznosti na konkrétní stavebně technologický síťový graf jakožto model postupu výstavby konkrétní stavby vytvořený v technologické struktuře dílčích stavebních procesů umožní dle databáze environmentálních aspektů automatizovaně sestavit tzv. environmentální plán, jakožto plán opatření k omezení negativního působení environmentálních aspektů vztahujících se ke stavebním procesům, které jsou součástí síťového grafu. Tím bude agenda přípravy staveb doplněna o složku environmentální, která ke každému stavebnímu procesu prováděného pracovní četou co možná nejpodrobněji stanoví požadavky na třídění, likvidaci a označení odpadů, limity emisí a ochranu ovzduší, hodnoty hluku a prašnosti a s tím spojená opatření, preventivní a následná opatření, postupy při haváriích, zásady manipulace včetně ochranných pomůcek, zásady skladování i zakázané záležitosti.

3. Návrh registru environmentálních aspektů

Registr environmentálních aspektů je vlastně soupis vlivů na životní prostředí, které se mohou u stavebních činností vyskytovat, společně s vyhodnocením závažnosti a návrhem prevence a opatření k co nejširší likvidaci negativního působení tohoto vlivu na životní prostředí. V současné době se vytváří tento registr ve spolupráci s a. s. VOKD Ostrava [6], která je držitelkou certifikátu dle normy ISO 14001. Data uvedená v registru vycházejí z předešlé výzkumné činnosti na reálných stavbách a z následně vytvořených podkladů jmenované firmy.

Číslo kód	Aspekt	Závažnost	Polutant
D2-01	Manipulace s nebezpečnými odpady - nátěry a bour	20	azbesty, oleje, zbytky od barev
D2-02	Prašnost, hluk, vibrace - vrtání, broušení, bourání	22	hluk, prašnost, vibrace
D2-03	Manip s nebezp odpady - výměna odp. potrubí v byt	21	nebezpečný odpad s azbestem
D2-04	Nakládání s nebezp. odp. - shromažď., odvoz	21	plechovky od barev, polutan
D2-05	Nakládání s nebezp. látkami - stavební činnost	20	cement, ředidla, lepidla, ...
D2-06	Manipulace s nebezpečnými látkami - stavební činn	19	suché maltové směsi, cement
D2-07	Ostatní odpady - stavební činnost	20	ostatní odpady
D2-08	Vznik hluku, prachu - vrtání, sekání, broušení	18	hluk, prašnost
D2-09	Vznik nebezpečného odpadu - malby + nátěry	19	barvy, ředidla, laky
D2-10	Manip s nebezp látkami - zateplovací systémy, omítky	16	suché maltové směsi
D2-11	Nakládání s nebezp látkami - odpady - nátěry + nátěr C	18	barvy, PU, chl-kaučuk
D2-12	Manipulace s nebezpečnými látkami - malby + nátěry	16	syntetické barvy, ředidla, technický benz
D2-13	Manip s nebezp látkami - stavební činnost	16	nebezpečné látky, přípravky dle seznam
D2-14	Manip s nebezp látkami - malby + nátěry oken	14	olejové barvy, ředidla
D2-15	Nakládání s nebezp látkami - běžný provoz vozidel	15	olej, filtry, akumulátory
D2-16	Úkapy parkování vozidel	15	olej
D2-17	Zneč. ovzduší svařovacími dýmy - dělení kovových p	16	svařovací dýmy, prach
D2-18	Vibrace, hluk, úkapy beranění larsen	15	vibrace, hluk, oleje, pohonné hmoty
D2-19	Emise výfukových plynů	14	výfukové plyny
D2-20	Znečištění vody a půdy - vysokotlaké čištění, řezání	12	hluk, tlaky, oleje, pohonné hmoty
D2-21	Nakládání s nebezp látkami - tmelení	11	silikonové tmely
D2-22	Nakládání s nebezp odpady - běžný provoz	14	zářivky, olej, autobaterie, plechovky od l
D2-23	Nakládání s chem látkami - opravy vozidel	12	nebezpečné chemické látky
D2-24	Manip s nebezp látkami - ařování oceli	12	acetylén, kyslík
D2-25	Úkapy a úniky ropných látek - hluk, vibrace - práce s ž	12	motor, olej, nafta, benzín

Obr. 1 Část registru environmentálních aspektů

Příklad části registru environmentálních aspektů v registru je uveden na obr. 1. Aspekty jsou seřazeny dle číselného kódu, mohou být též řazeny dle abecedy. U jednotlivých aspektů je uvedena jejich celková závažnost, vypočtená součtem závažností určených dle jednotlivých hledisek, viz dále, a nejdůležitější polutanty.

Na obr. 2 je vidět karta registru jednotlivého environmentálního aspektu společně se všemi údaji, které se vyskytují ve větě o environmentálním aspektu. Kritérií včetně ohodnocení jejich závažnosti může být až 10, v našem případě je určeno 8 kritérií vycházejících ze zkušeností a. s VOKD Ostrava.

Karta registru environmentálních aspektů

Kód aspektu: D2-13

Útvar, HS: PVý, HS11

Dopad na životní prostředí:

člověk	☐	ozduší	☒
voda	☒	půda	☒
prac.prostředí	☐	jiné	☐

Odpovědnost: mistr HSV

Doklad:

Kontrola:

Četnost:

Aspekt: Manip s nebezp látkami
stavební činnost

Zařízení: stavby

Polutanty: nebezpečné látky ,přípravky
dle seznamu

Limit hodnota: 0,00 m. i. limit. hodnoty

Předpis: Zák.157/98

Způsob řízení: Sm. 20/02

Opatření:

Kritéria a ohodnocení jejich závažnosti:

Soulad s právními požadavky	2	Vliv na životní prostředí	2
Četnost (pravděpodobnost) výskytu	2	Doba (trvání) dopadu	2
Náklady spojené s dopadem	2	Náklady sankčního postihu	3
Připomínky veřejnosti	2	Stížnosti zaměstnanců	1

Do schránky Ze schránky Původní stav Kalkulátor OK Storno Vypustit

Obr. 2 Karta registru environmentálních aspektů

4. Návrh databáze environmentálních aspektů

V databázi environmentálních aspektů jsou již jednotlivé vlivy působící na životní prostředí včetně jejich vlastností a ohodnocení jejich závažnosti přiřazeny dílčím stavebním procesům z databáze činností systému CONTEC. Databáze se v prvním stadiu vytvoří s prázdnými větami pro všechny dílčí stavební procesy z databáze činností. Při každé úpravě nebo aktualizaci se po potvrzení připojené databáze činností provede zkontrolování úplnosti databáze environmentálních aspektů. Při této kontrole se doplňuje prostor pro environmentální aspekty případných nových procesů z databáze činností a environmentální aspekty procesů, které se již v databázi činností nevyskytují, se automaticky vypouštějí. O případném doplnění databáze systém uživatele informuje.

Ke každému stavebnímu procesu z databáze činností je možno určit více environmentálních aspektů. Listování částí vytvořené databáze environmentálních aspektů vidíme na obr. 3.

Databáze environmentálních aspektů				
Čís.klíč	Zkratka	Název činnosti	Environmentální aspekt	Význam
1000	ZEMP0	ZEMNÍ PRÁCE	Nakládání s NO Ověření nebezp. vlast.	8
1000	ZEMP0	ZEMNÍ PRÁCE	Hluk Požadavky na stroje	10
1000	ZEMP0	ZEMNÍ PRÁCE	Ochrana ovzduší Mobilní zdroje znečišťování	11
1100	PRIP0	PŘÍPRAVNÉ A PŘÍDR PRÁCE	Ochrana vod a půdy Úkapy a úniky	17
1101	PRIP1	ČERPÁNÍ VODY	Nakládání s NO Shromažďování NO	19
1103	PRIP3	PŘÍPRAVNÉ A PŘÍDR PRÁCE	Prašnost Ochrana osob	13
1109	PRIP9	ODSTR SILNIČ KONSTRUKCÍ	Hluk Požadavky na stroje	10
1109	PRIP9	ODSTR SILNIČ KONSTRUKCÍ	Hluk Ochrana osob	13
1109	PRIP9	ODSTR SILNIČ KONSTRUKCÍ	Ochrana ovzduší Mobilní zdroje znečišťování	11
1200	ODK00	ODKOPÁVKY A PROKOPÁVKY	Ostatní odpad Nakládání se zeminou	13
1300	HLOU0	HLOUBENÉ VYKOPÁVKY	Ostatní odpad Nakládání se zeminou	13
1300	HLOU0	HLOUBENÉ VYKOPÁVKY	Hluk Požadavky na stroje	10
1303	HLOU3	HL VYKOPÁVKY UZ PROSTORY	Ostatní odpad Nakládání se zeminou	13
1303	HLOU3	HL VYKOPÁVKY UZ PROSTORY	Ochrana vod a půdy Úkapy a úniky	17
1309	HLOU9	HLOUBENÉ VYKOPÁVKY RUČNÍ	Prašnost Ochrana osob	13
1309	HLOU9	HLOUBENÉ VYKOPÁVKY RUČNÍ	Ostatní odpad Nakládání se zeminou	13
1400	RAZE0	RAŽENÍ A HLOUB PODZEMNÍ	Ostatní odpad Nakládání se zeminou	13
1400	RAZE0	RAŽENÍ A HLOUB PODZEMNÍ	Prašnost Ochrana osob	13
1400	RAZE0	RAŽENÍ A HLOUB PODZEMNÍ	Ochrana ovzduší Mobilní zdroje znečišťování	11
1401	RAZE1	PROTLAČENÍ OCEL TRUB	Ochrana ovzduší Těkavé org. látky	11
1403	RAZE3	RAŽENÍ ŠTOL Z OCEL TRUB	Hluk Požadavky na stroje	10
1403	RAZE3	RAŽENÍ ŠTOL Z OCEL TRUB	Ostatní odpad Nakládání se zeminou	13
1500	ROUB0	PAZENÍ	Ostatní odpad Nakládání se zeminou	13
1500	ROUB0	PAZENÍ	Prašnost Ochrana osob	13
1501	ROUB1	ODPAZENÍ	Ochrana vod a půdy Úkapy a úniky	17

Počet vět v databázi C:\CONTEC\ZK\p8EAS.DEA: 659

Obr. 3 Část databáze environmentálních aspektů

Věta databáze environmentálních aspektů			
Číselný klíč:	1300	Zkratka:	HLOU0
Měrná jednotka:	M3	Název činnosti:	HLOUBENÉ VYKOPÁVKY
Kód aspektu:	14	Aspekt:	Hluk Požadavky na stroje
Základní údaje Významnost			
Útvar, HS:		Zařízení:	Stavby
Dopad na životní prostředí:		Polutanty: Hluk způsobený používáním zařízení Limit hodnota: 0,00 m. j. limit. hodnoty Naměřená hodn.: 0,00 Četnost měř.: 0	
člověk ☒	ovzduší ☐		
voda ☐	půda ☐		
prac.prostředí ☒	jiné ☐		
Doklad:	Provozovatel	Předpis:	Nař. vl. 9/02
Odpovědnost:	Prohlášení o shodě	Způsob řízení:	
Kontrola:	Dodrž. povol. emisí hluku	Opatření:	Kontrola zař. z hlediska emisí hluku
Četnost:	1 x měs.		
OK Storno			
Do schránky Ze schránky Původní stav Kalkulátor Do registru EA Vypustit			

Obr. 4 Věta databáze environmentálních aspektů – 1. část

První část věty databáze environmentálních aspektů vytvořené dle podkladů a. s. VOKD Ostrava je vidět v obr. 4. Z obrázků 4 a 2 je vidět úzkou návaznost dat registru a databáze environmentálních aspektů. Nejdůležitějšími údaji jsou kód a název environmentálního aspektu, zařízení, kde se může vyskytovat, nejvýznamnější polutanty a dopad na životní prostředí, údaje o odpovědné osobě za negativní vliv na životní prostředí, doklad, který by se měl vytvářet, údaje o předpisech a způsobu řízení aspektu a údaje o kontrole a její četnosti a návrhu opatření.

Druhá část věty databáze environmentálních aspektů zahrnuje data o vyhodnocení závažnosti aspektu, viz obr. 5. Zde jsou kritéria závažnosti působení environmentálního aspektu převzatá z registru ještě doplněna o váhy jednotlivých kritérií, které si uživatel může určit. Databáze je ještě doplněna údaji pro výpočet termínu první evidence či kontroly působení environmentálního aspektu u příslušné stavební činnosti a pro výpočet počtu kontrol jeho působení v průběhu stavebního procesu.

Pokud si uživatel vytvoří přímo v databázi údaje o environmentálním aspektu, který ještě v registru environmentálních aspektů není, je možno jej do registru automatizovaně vložit.

Věta databáze environmentálních aspektů

Číselný klíč: 1300 Zkratka: HLOU0 Název činnosti: HLOUBENÉ VYKOPÁVKY Přepis

Měrná jednotka: M3

Kód aspektu: 14 Aspekt: Hluk
Požadavky na stroje

Základní údaje Významnost

Kritéria a jejich ohodnocení:

	Závažnost	Váha		Závažnost	Váha
Soulad s právními požadavky	1	1	Vliv na životní prostředí	1	1
Četnost (pravděpodobnost) výskytu	1	1	Doba (trvání) dopadu	1	1
Náklady spojené s dopadem	2	1	Náklady sankčního postihu	2	1
Připomínky veřejnosti	1	1	Stížnosti zaměstnanců	1	1

Výsledná významnost aspektu: 10

Procento dokončení činnosti pro 1. kontrolu aspektu: 10

Množství měrných jednotek produktu na 1 kontrolu aspektu: 0,0000

Registr env. aspektů OK Storno

Do schránky Ze schránky Původní stav Kalkulátor Do registru EA Vypustit

Obr. 5 Věta databáze environmentálních aspektů – 2. část

5. Návrh programu pro tvorbu environmentálního plánu

Program pro tvorbu environmentálního plánu jakožto plánu opatření k omezení negativního působení environmentálních aspektů vztahujících se ke stavebním procesům, které jsou součástí síťového grafu – modelu postupu výstavby, bude pracovat podobně jako program pro tvorbu kontrolních a zkušebních plánů, který je součástí systému CONTEC. Jeho výstupem bude vlastní environmentální plán, dále harmonogram kontrol a evidence působení jednotlivých environmentálních aspektů

plynoucích ze stavebních činností a pravděpodobně i operativní evidence provedených kontrol. Tento program zatím není hotov a na jeho vytvoření se pracuje. Ještě bude třeba doladit vlastní algoritmus tvorby environmentálního plánu tak, aby vyhovoval potřebám praxe a respektoval přitom nejen ČSN [5], ale i poznatky získané z české i zahraniční literatury, viz [9], [10].

6. Závěr

Předložený příspěvek představuje návrh koncepce a algoritmu řešení agendy vlivu stavební činnosti na životní prostředí pomocí mikropočítačů v přímém napojení na metodiku stavebně technologického projektování a tím na proces přípravy stavby. Toto řešení se může stát u stavebních dodavatelských firem součástí systému pro řízení životního prostředí a celou agendu zrychlit a zjednodušit. Dále jsou uvedeny první výsledky práce autorů dosažené v této oblasti, a to návrh registru environmentálních aspektů a jejich databáze, jakožto datových základů pro automatizovanou tvorbu environmentálních plánů. Tato problematika zatím u nás ani ve světě nebyla řešena v přímé návaznosti na přípravu staveb, a proto lze očekávat značný význam i zájem o využití výsledných programových produktů zejména u dodavatelů staveb.

Literatura

- [1] GAŠPARÍK J.: *Manažérstvo kvality v stavebníctve*, Vydavateľstvo Jaga Group Bratislava 1999, ISBN 80-88905-13-3
- [2] JARSKÝ Č.: *Automatizovaná príprava a řízení realizace staveb*, CONTEC Kralupy n. Vlt, 2000
- [3] JARSKÝ Č.: *Ke kontrole a zajištění kvality stavební produkce při realizaci staveb*, Jakost 98 - sborník přednášek 7. mezinárodní konference 2. - 6. 6. 1998 Ostrava, DTO Ostrava 1998
- [4] JARSKÝ Č. - MUSIL F. - SVOBODA P. - LÍZAL P. - MOTYČKA V. - ČERNÝ J.: *Příprava a realizace staveb*, Akademické nakladatelství CERM s. r. o. Brno 2003
- [5] KOLEKTIV: *Norma ČSN ISO 14001*, ČSNI 2002
- [6] KOLEKTIV: *Technicko-organizační opatření – EMS*, Podnikové směrnice VOKD, a.s. Ostrava 2001
- [7] KOZLOVSKÁ M. - MESÁROŠ F. - ČEPELOVÁ A.: *Ako úspešne riadiť malú stavebnú firmu*, Eurostav spol. s r. o. Bratislava, 2003
- [8] MAKÝŠ P.: *Metodika tvorby časového plánu výstavby pri zohľadnení vplyvu pracovného prostredia*, sborník přednášek 11. sekce VII. vědecké konference s medzinárodnou účasťou pri príležitosti 25. výročia založenia Stavebnej fakulty a 50. výročia založenia Technickej univerzity v Košiciach, SvF TU Košice 2002
- [9] WELFORD R. - GOULDSON A.: *Environmentální řízení a strategické podnikání*, ČEMC Praha 1997
- [10] WESEL H.: *Reference materials for environmental analysis*, LGC Promochem GmbH, 2002

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

VÝVOJ ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ SOUČiniteLE DIFÚZE RADONU V HYDROIZOLAČNÍCH MATERIÁLECH

Martin Jiránek

Abstract

The new device for the determination of the radon diffusion coefficient in damp-proof membranes is described. The main advantage of this device is that it enables to carry out the tests according to all known measuring modes used throughout Europe. Differences between various measuring methods are also presented. Advantages of the new device compared to the former techniques are included as well.

1. Úvod

Součinitel difúze radonu je základní materiálovou charakteristikou, která popisuje rychlost transportu radonu daným materiálem. Jeho prostřednictvím lze určit, jaké množství radonu projde materiálem za určitý časový úsek, a je proto vhodným parametrem k posouzení, zda je hydroizolace schopna účinně bránit vstupu radonu z podloží do staveb. Podle ČSN 73 0601 musí být tento součinitel stanoven u všech hydroizolací, které mají plnit současně i funkci protiradonové izolace.

Měřením součinitele difúze radonu v hydroizolacích se v Evropě v rámci různých výzkumných projektů zabývá pět laboratoří. Protože však v rámci EU neexistuje jednotná metodika pro stanovení tohoto parametru, měří každá laboratoř podle vlastního postupu. Doposud se nepodařilo zorganizovat ani srovnávací měření.

2. Současné postupy měření

Princip stanovení součinitele difúze radonu v hydroizolačních materiálech je pro všechny národní postupy obdobný [1, 2, 6, 7]. Zkoumaný materiál je pokud možno plynutěsně umístěn mezi dvě měřicí nádoby. Ve spodní (zdrojové) nádobě je pomocí radonového zdroje udržována vysoká koncentrace radonu, který odtud difunduje izolací do horní (měrné) nádoby, kde je detekován. Zdrojem radonu většinou bývá nějaký aktivní materiál jako jsou horniny, beton a podobně, který je vložen přímo dovnitř spodní nádoby. Ze známé rychlosti přísunu do horní nádoby, plochy zkoumaného vzorku a jeho tloušťky je pak možné vypočítat vlastní součinitel difúze radonu. Jednotlivé postupy se liší zejména způsobem stanovení koncentrace radonu v horní nádobě a rozdílným časovým okamžikem, v němž je započato měření nárůstu koncentrace v horní nádobě.

Pro zjištění koncentrace radonu v nádobách se používají scintilační nebo polovodičové detektory připojené k nádobám nebo se koncentrace určuje ve vzorcích vzduchu odebraných z nádob a převedených do Lucasových komor, které jsou vyhodnocovány ve vhodném detekčním přístroji zcela nezávislém na vlastním měřicím zařízením.

Stávající zařízení a postupy stanovení součinitele difúze radonu mají četné nevýhody. Dochází zde ke zpoždění odezvy detektoru připojeného k měrné nádobě, protože radon do citlivého objemu detektoru proniká přes tuto nádobu. Rovněž tak je

Martin Jiránek, doc., ing., CSc.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí pozemních staveb

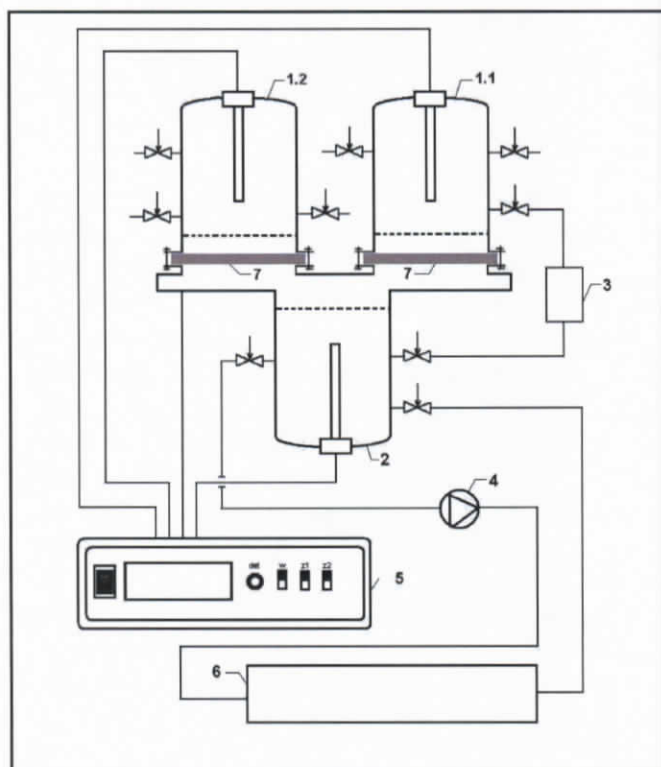
Tháškova 7, 166 29 Praha 6

tel.: 224354806, fax.: 233339987, e-mail: jiranek@fsv.cvut.cz

obtížná dekontaminace zamořených detektorů, kdy dochází ke zvýšení pozadí, což ovlivňuje přesnost měření objemové aktivity radonu zejména v počáteční oblasti nárůstové křivky. Další nevýhodou je, že nelze ovlivňovat rychlost nárůstu koncentrace radonu v dolní nádobě ani vlastní výši této koncentrace. Technické uspořádání dále neumožňuje měřit současně více jak jeden vzorek izolačního materiálu, což neúměrně prodlužuje celý proces testování, neboť vzorky musí být měřeny jeden po druhém. Kromě toho stávající zařízení většinou nedovolují odvětrání horní komory v průběhu experimentu, a mohou tak sloužit pouze ke stanovení součinitele difúze radonu v nestacionárním stavu. U stávajících zařízení také není kontrolována tlaková diference mezi měrnou a zdrojovou nádobou.

2. Nová měřicí aparatura

Výše uvedené nedostatky odstraňuje nově vyvinutá měřicí aparatura, která se skládá z jedné zdrojové nádoby, k níž jsou připojeny dvě nádoby horní. Toto uspořádání umožňuje, že současně mohou být měřeny dva vzorky izolačního materiálu. Dalším podstatným rysem nového řešení je, že aktivní materiál, který se vkládal do zdrojové nádoby a plnil funkci zdroje radonu, byl nahrazen vnějším umělým zdrojem radonu. Radon z tohoto zdroje je do dolní nádoby transportován pomocí PE hadiček a těsného membránového čerpadla. Rychlost nárůstu koncentrace radonu v dolní nádobě i vlastní úroveň této koncentrace lze řídit pomocí regulačních ventilů na obou stranách zdroje i u vstupu do dolní nádoby.



Obr. 1 Schéma nového měřicího zařízení (1.1 a 1.2 – horní měrné komory, 2 – zdrojová komora, 3 – diferenční manometr, 4 – čerpadlo radonu, 5 – vyhodnocovací jednotka, 6 – umělý zdroj radonu, 7 – testovaný materiál)

Dolní nádoba i obě horní nádoby plní zároveň funkci ionizační komory pracující v proudovém režimu. Všechny komory mají v části elektricky vodivého pláště vytvořenou elektricky vodivou mřížku uzavírající detekční objem na hodnotu 2,2 litry. Každá z komor má vlastní elektronické zařízení pro kontinuální měření a záznam objemové aktivity radonu propojené s vyhodnocovací a řídicí jednotkou. Vlastní detektor pracuje pod napětím 150 V a jeho rozsah je od 100 Bq/m³ po 10 MBq/m³. Elektrometr a vyhodnocovací zařízení jsou postaveny tak, aby byly schopny zaznamenávat proudový signál každé 2 s, což umožňuje monitorovat koncentrace radonu v jednotlivých komorách v jednodominutových intervalech. Právě tato rychlá odezva na změny v koncentracích radonu je považována za největší přednost nového měřicího zařízení.

Horní měrné komory jsou opatřeny třemi uzavíratelnými ventily. Dva umožňují vyvětrání komor proplachem čistým vzduchem bez radonu a třetí slouží k připojení diferenciálního manometru pro kontrolu tlakové difference mezi horními komorami a komorou zdrojovou.

Schéma uspořádání nového měřicího zařízení je patrné z obrázku 1.

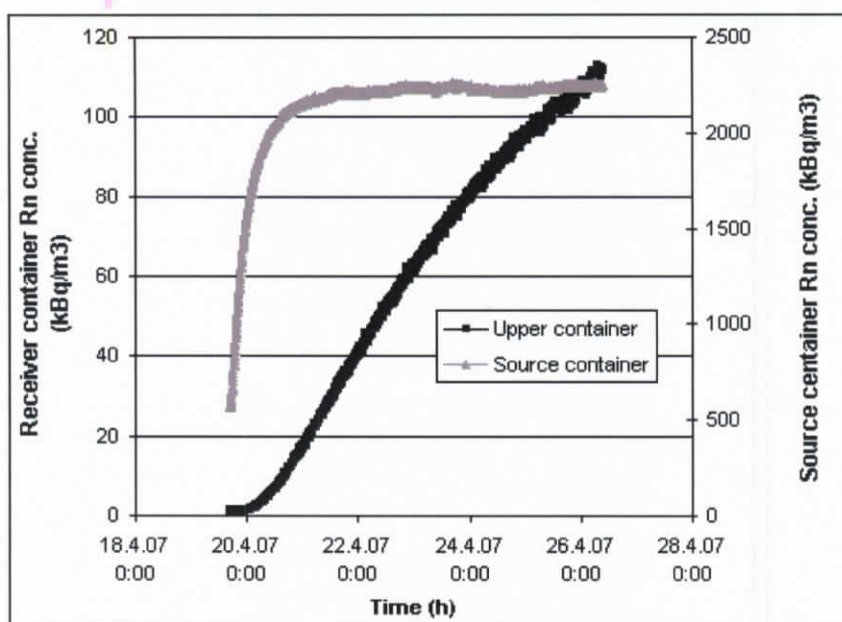
3. Princip a metodiky měření

Vzorky zkoumaného materiálu jsou plynotěsně umístěny mezi zdrojovou komorou a dvě vrchní komory. Ve spodní komoře je pomocí radonového zdroje udržována vysoká koncentrace radonu kolem 1 – 100 MBq/m³. Radon difunduje izolací ze spodní komory do horních komor, kde je detekován. Směrodatné měření nárůstu koncentrace radonu v horní komoře může být započato v různém časovém okamžiku. Podle tohoto okamžiku rozlišujeme tři metody měření:

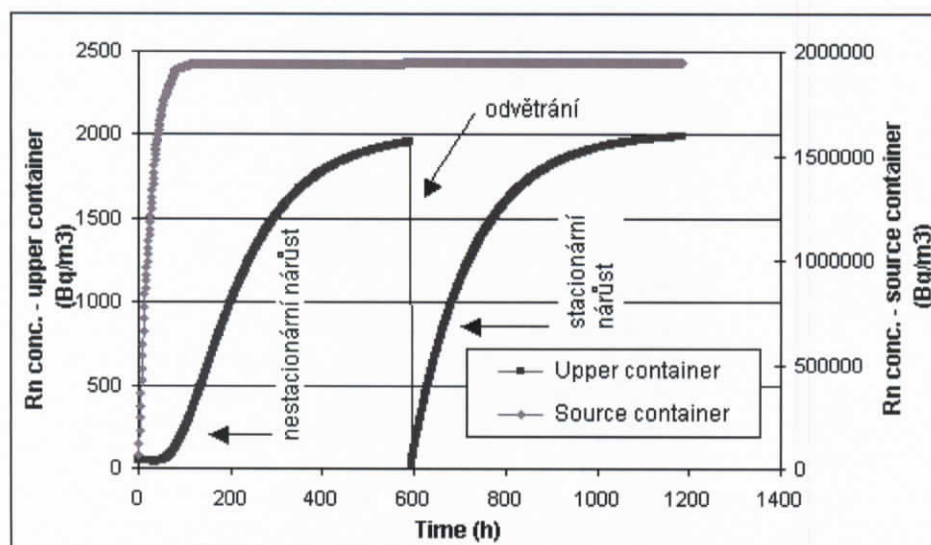
- a) v nestacionárním stavu – nárůst v horní komoře se měří bezprostředně po vpuštění radonu do zdrojové komory (obr. 2),
- b) ve stacionárním stavu ustaveném při neodvětrané horní komoře – horní komora je zpočátku uzavřena, po dosažení rovnovážného stavu (konstantní rozložení koncentrace uvnitř testovaného vzorku) je rychle vyvětrána a následně opět uzavřena a v tomto okamžiku začíná směrodatné měření nárůstu v horní komoře (obr. 3),
- c) ve stacionárním stavu ustaveném při odvětrané horní komoře – horní komora je zpočátku intenzivně větrána, aby v ní byla koncentrace blízká nule, po dosažení rovnovážného stavu (konstantní rozložení koncentrace uvnitř testovaného vzorku) se uzavře a v tomto okamžiku začíná měření nárůstu v horní nádobě (obr. 4).

Nově vyvinutá měřicí aparatura umožňuje měřit součinitel difúze radonu podle všech výše uvedených metod. Porovnáním nárůstů na obrázcích 2 a 3 je zřejmé, že počáteční část nárůstové křivky má konvexní tvar, který je způsoben tím, že testovaný vzorek není na počátku experimentu dostatečně prosycen radonem. Doba saturace závisí na tloušťce vzorku a na jeho kvalitě, tj. součiniteli difúze [5]. Čím je tloušťka vzorku větší a součinitel difúze nižší, tím déle sycení trvá. Po celou tuto dobu není exhalace radonu z povrchu testovaného vzorku do horní komory konstantní.

Po dosažení rovnovážného stavu jsou rozdíly v nárůstových křivkách podle obrázků 3 a 4 minimální. Z praktických důvodů je proto lepší ponechat v počáteční fázi horní komoru uzavřenou. Při nuceném větrání horní komory totiž může mezi oběma nádobami vzniknout tlaková difference, která by mohla ovlivnit tok radonu.



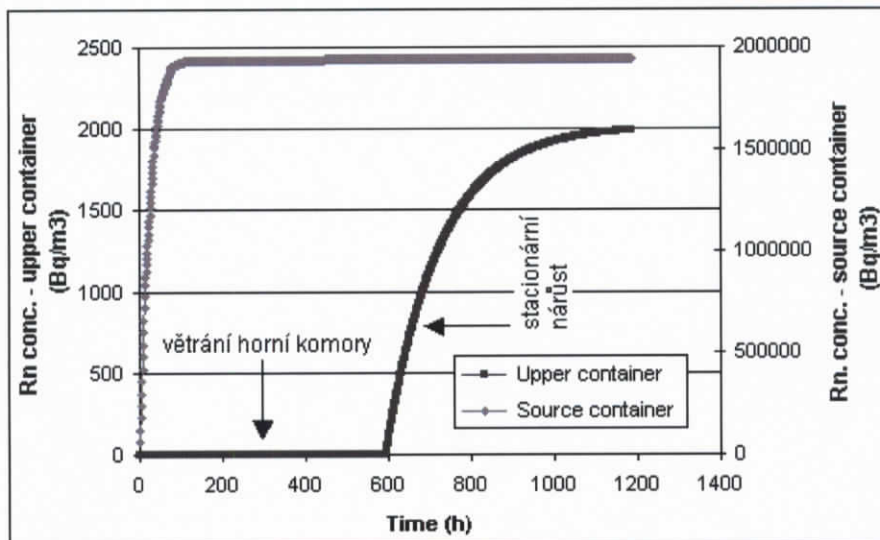
Obr. 2 Průběh koncentrace radonu ve zdrojové a horní komoře při měření součinitele difúze radonu v nestacionárním stavu.



Obr. 3 Průběh koncentrace radonu ve zdrojové a horní komoře při měření součinitele difúze radonu ve stacionárním stavu ustaveném při uzavřené horní komoře. Pro výpočet součinitele difúze radonu se použije druhá nárůstová křivka, jejíž měření započalo v 600. hodině od začátku experimentu.

Po získání časových průběhů koncentrace radonu ve zdrojové i horní komoře se provede vlastní výpočet součinitele difúze radonu. Zde je nutno však upozornit na skutečnost, že matematické zpracování naměřených dat musí odpovídat povaze křivek. Jako nejpřesnější metoda se osvědčilo proložení naměřených dat

numerickým řešením diferenciální rovnice popisující jednorozměrný nestacionární difúzní transport radonu izolací. Lineární aproximace nestacionárních nárůstových křivek vede k podstatnému podhodnocení součinitele difúze radonu. Bohužel je tento přístup řadou evropských laboratoří chybně používán.



Obr. 4 Průběh koncentrace radonu ve zdrojové a horní komoře při měření součinitele difúze radonu ve stacionárním stavu ustaveném při odvětrané horní komoře. Pro výpočet součinitele difúze radonu se použije nárůstová křivka, jejíž měření započalo v 600. hodině od začátku experimentu.

4. Závěr

Nově vyvinuté měřicí zařízení pro stanovení součinitele difúze radonu v hydroizolačních materiálech vyniká svými ojedinělými vlastnostmi – velmi rychlou odezvou na změny koncentrace radonu v měřicích nádobách, možností měřit dva vzorky najednou za zcela identických podmínek a schopností ovlivňovat koncentraci radonu ve zdrojové nádobě. Konstrukce přístroje dále dovoluje postupovat při měření podle všech dosud v Evropě známých metod. To je velmi podstatná výhoda, zvláště za situace, kdy v Evropě neexistuje jednotná metodika měření.

5. Literatura

1. Fernández P.L., Quindós L.S., Sainz C., Gómez J.: A Theoretical Approach to the Measurement of Radon Diffusion and Adsorption Coefficients in Radonproof Membranes. In: Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B, 2003
2. Jiránek M., Hůlka J.: Radon Diffusion Coefficient in Radon-proof Membranes – Determination and Applicability for the Design of Radon Barriers. In: International Journal on Architectural Science, Vol. 1, No. 4, p. 149 – 155, 2000
3. Jiránek M., Hůlka J.: Applicability of various insulating materials for radon barriers. In: The Science of the Total Environment 272 (2001), pp. 79-84
4. Jiránek M.: Testing and Design of Radon Resisting Membranes Based on the Experience from the Czech Republic. In: Proceedings from the 4th European

Conference on Protection against Radon at Home and at Work. Praha 28.6.-2.7.2004

5. Jiránek M.: Theoretical analysis of radon diffusion through damp-proof membranes. In: Sborník rozšířených abstraktů z conference 29. Dny radiační ochrany, Kouty nad Desnou, 5.-9.11.2007, pp. 344-347
6. Keller G.: "Radonisolierte Häuser" – Bautechnische Vorschläge für den Neubau und für Sanierungsmaßnahmen. Universität des Saarlandes, Homburg
7. Spoel W.H.: Radon Transport in Sand: a Laboratory Study. TU Eindhoven 1998

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

EKONOMICKÉ RIZIKOVÉ FAKTORY TRVALE UDRŽITELNÉ VÝSTAVBY II

Jaroslav Klvaňa

Abstract

This paper describes a stochastic form of assessment of effectiveness of an investment. Discussed are especially the NPV and IRR methods, as well as the time of return method. Possible risk analysis using the Monte Carlo method is invented.

1. Úvod

V práci [6] autor identifikoval příčiny, proč je výstavba na brownfields rizikovější než na greenfields. Stručně je zde zopakujeme:

- Fáze zrodu investičního projektu výstavby na brownfields – investování: Nejistá je již sama počáteční hodnota investice (na rozdíl od investování do výstavby na greenfields a tím spíše na rozdíl od investice do finančních aktiv), navíc bývá zpravidla rozložena v čase.
- Fáze života investičního projektu výstavby na brownfields – realizace hotovostních toků: Příjmy i výdaje v budoucnosti jsou nejistější než u výstavby na greenfields.
- Fáze likvidace (úmrtí) investičního projektu – obvykle prodej: Ze stejných důvodů jako hotovostní toky ve fázi života je příjem z likvidace investičního projektu výstavby na brownfields obvykle také nejistější než u likvidace investičního projektu výstavby na greenfields.

Dále je v [6] podrobně prozkoumána možnost hodnocení vhodnosti (efektivnosti) investičního projektu ze strany investora pomocí metody čisté současné hodnoty soustavy hotovostních toků (Net Present Value - NPV). Autor však nepoužívá její klasickou deterministickou podobu metody NPV, nýbrž vlastní transformaci metody NPV do stochastické formy včetně analýzy a managementu rizika metodou Monte Carlo.

Existuje však více možností hodnocení vhodnosti (efektivnosti) investičního projektu ze strany investora. Kromě výše zmíněné metody NPV to jsou dále ještě zejména tyto metody:

- Metoda vnitřní míry výnosnosti (Internal Rate of Return – IRR).
- Metoda doby návratnosti.

Tyto metody budou dále popsány v jejich běžné - **deterministické** podobě, a následně bude uvedena autorova vlastní transformace obou metod do **stochastické** formy včetně **analýzy a managementu rizika** metodou Monte Carlo. Stochastická forma je ovšem o něco složitější, než forma deterministická, tím více je však pro investora přínosná.

2. Sestavení deterministického matematického modelu výpočtu IRR a jeho transformace na model stochastický

Vnitřní míra výnosnosti (IRR) systému hotovostních toků spjatých s investičním projektem (záměrem) je míra výnosu, při níž je NPV systému hotovostních toků nulová, tj. suma diskontovaných příjmů se rovná sumě diskontovaných výdajů. Z matematického hlediska je tedy IRR kořenem rovnice

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} = 0$$

V deterministickém matematickém modelu vystupují přirozeně pouze deterministické veličiny a parametry. V případě výpočtu IRR jakožto kořenu výše uvedené rovnice to znamená, že hotovostní toky CF_t ($t = 0, 1, \dots, n$) považujeme za známé (deterministické) hodnoty, zatímco k , jež má stejně jako v [6] význam *alternativního nákladu (ceny) kapitálu*, je právě hledaný kořen rovnice, tedy IRR.

Pro řešení (kořen) k této rovnice ovšem neexistuje žádná explicitní formule (tzv. "řešení v uzavřeném tvaru"), jako je tomu například u kvadratické rovnice. Používá se **iteračního postupu**, který je velmi jednoduchý:

V počátečním nultém (startovacím) kroku se odhadne řešení $k_0 = IRR_0$, dosadí se do výše uvedené rovnice, a vypočte se hodnota NPV_0 , daná přirozeně levou stranou rovnice po dosazení k_0 za k . Dále se zkouší (**metoda pokusů a omylů – trial and error method**) volí další a další hodnoty k_i ($i = 1, 2, \dots$), dokud se dvě po sobě následující hodnoty k_i a k_{i+1} nebudou lišit ve znaménku (tj. jedna z nich bude kladná a druhá záporná – mnohdy tento požadavek splňuje již následující odhad po k_0 , tedy k_1). Pak již stačí pouze příslušný interval $< k_i, k_{i+1} >$ rozpůlit a vybrat tu polovinu intervalu, v níž se funkční hodnoty NPV v jejích krajních bodech liší ve znaménku, a postupovat stejným způsobem dále (**metoda půlení intervalu**). Provádění iterací, a tedy proces půlení intervalu, skončíme, když je příslušný interval dostatečně krátký (postačí desetiny procenta, v nichž měříme k , neboť setiny procenta jsou vzhledem k charakteru úlohy, v níž hrají při numerickém výpočtu klíčovou roli odhady hotovostních toků CF_t , zbytečně přesné). Jako dostatečně přesné řešení $k = IRR$ pak postačí vzít polovinu posledního intervalu (lze zpřesnit pomocí lineární interpolace, bývá však vzhledem k charakteru úlohy zbytečně přesné). Iterační proces je velmi rychlý, obvykle postačí několik málo iterací, při výpočtu na počítači jde obvykle o nepatrné zlomky sekund.

Podobně jako při výpočtu NPV v práci [6], je i nyní při výpočtu IRR zřejmé, že dosazujeme-li do výše uvedené rovnice deterministické veličiny CF_t , tedy **čísla**, je také kořen rovnice, tedy $k = IRR$, deterministickou veličinou, tedy **číslem**. Jedná se tedy opět o deterministický model, a to opět navzdory faktu, že do odhadu veličin CF_t již bývá různým způsobem riziko zakalkulováno.

Ve skutečnosti však, protože naše úvahy se týkají budoucnosti, je situace komplikovanější, neboť budoucnost je vždy nejistá: Hotovostní toky CF_t již nejsou veličinami deterministickými, nýbrž **veličinami náhodnými**, neboli – v terminologii *analýzy rizika* – **rizikovými faktory**. V důsledku toho je ovšem také výsledná vnitřní míra výnosnosti IRR **náhodnou veličinou**.

Cílem v případě tohoto *stochastického modelu* je

- Nalezení rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny *IRR*.
- Analýza tohoto rozdělení za účelem lepší predikce efektivity investice, aby bylo možno udržet *IRR* v přijatelných mezích s rozumnou pravděpodobností, a pak realizovat eventuální řídicí zásahy ze strany investora (*management rizika*).

K řešení této stochastické úlohy lze opět s výhodou použít metodu *Monte Carlo*. Postup je analogický jako v práci [6].

Na tomto místě je vhodné upozornit na samozřejmou skutečnost, že expertovi v takových disciplínách, jakými jsou například teorie pravděpodobnosti, matematická statistika či metoda Monte Carlo, nedělá koncept pravděpodobnosti (v jejích různých definitorických pojetích: klasickém, frekvenčním nebo subjektivním) přirozeně žádné potíže. Takový expert zcela běžně pracuje s numerickým vyjádřením pravděpodobnosti. U laiků v těchto oblastech tomu tak však obvykle není a numerické vyjádření pravděpodobnosti pro ně mnohdy není nositelem žádoucí informace. Přitom však mnohdy mohou být i tito "laikové" v uvedených disciplínách dobrými analytiky a manažery rizika, zejména jsou-li experty v předmětné analyzované oblasti. Mnohdy jim pak může významně pomoci transformační tabulka, jež převádí numerické hodnoty pravděpodobnosti na verbální vyjádření [8]:

Pravděpodobnost jevu (události)	Význam
0,0	jev nemožný (je zcela vyloučeno, že jev (událost) nastane)
0,1	je krajně nepravděpodobné, že jev (událost) nastane
0,2 – 0,3	je dosti nepravděpodobné, že jev (událost) nastane
0,4	je nepravděpodobné, že jev (událost) nastane
0,6	je pravděpodobné, že jev (událost) nastane
0,7 – 0,8	je dosti pravděpodobné, že jev (událost) nastane
0,9	je nanejvýš pravděpodobné, že jev (událost) nastane
1,0	jev jistý (je zcela jisté, že jev (událost) nastane)

Laikovi je ovšem nutno při seznámení s touto transformační tabulkou zdůraznit, že verbální vyjádření pravděpodobnosti v pravém sloupci tabulky platí pro **jednu realizaci** náhodného pokusu. Je-li kupříkladu pravděpodobnost sledovaného jevu 0,1, pak to znamená, že při jedné realizaci náhodného pokusu je krajně nepravděpodobné, že jev (událost) nastane, neboli, což je totéž, je téměř jisté, že jev (událost) nenastane. Při vícenásobném opakování náhodného pokusu je však nutno aplikovat frekvenční koncept pravděpodobnosti, takže například při stonásobném opakování náhodného pokusu můžeme očekávat, že sledovaný jev se vyskytne přibližně desetkrát.

3. Sestavení deterministického matematického modelu výpočtu doby návratnosti a jeho transformace na model stochastický

Doba návratnosti (doba úhrady) je doba, za kterou postupně kumulované čisté příjmy, tj. kumulovaný hotovostní tok CF , uhradí celkové výdaje (investovaný kapitál).

Ilustrativní příklad: Nechť počáteční investice (výdaj) je $C_0 = -100000$ peněžních jednotek (PJ) (protože jde o investici (výdaj), uvádíme ji se záporným znaménkem), a nechť čisté příjmy, z této investice plynoucí, jsou v prvním až čtvrtém roce stejné:

$CF_1 = CF_2 = CF_3 = CF_4 = 25000$ PJ. Pak doba návratnosti $D = 100000$ [PJ]/ 25000 [PJ/rok] = 4 [roky]. Po uplynutí čtyř let již tedy investice začíná vydělávat.

Poznámka:

U finančních investic je obvykle jednoduché identifikovat roční čisté příjmy, tj. roční hotovostní toky CF_t – jsou dány hrubými příjmy, od nichž se odečítají případné výdaje, jimiž mohou být zejména daně a poplatky.

U investic do reálných aktiv je třeba při výpočtu čistých příjmů jistě opatrnosti. Například investuje-li podnik do hmotného investičního majetku, vypočítají se roční čisté příjmy v roce t , tj. roční hotovostní tok CF_t takto:

$$CF_t = (HP_t - Odp_t - ON_t) \cdot (1 - D_t) + Odp_t,$$

kde:

HP_thrubé příjmy (roční)

Odp_t ...odpisy investičního majetku (roční)

ON_t ...ostatní náklady (roční), tj. náklady nezahrnující odpisy

D_tdaň (v roce t), vyjádřená jako desetinné číslo, je-li například daň 20%, pak $D_t = 0.20$.

Poznamenejme ještě krátce, že většina příjmů jsou současně výnosy, ne však vždy. Podobně většina ostatních nákladů jsou současně výdaji, ne však vždy. Jednou z výjimek jsou právě odpisy, jež se vyskytují ve výše uvedeném vztahu, a jež jsou náklady, nejsou však výdaji. Podrobnější rozbor přesahuje záměr této práce. Lze jej nalézt například v literatuře [1].

Poznamenejme ještě dále, že finanční hodnoty uvedené ve vzorci pro CF_t jsou obvykle míněny ve své předpokládané nominální hodnotě, tedy nediskontované. Korektnější je však tyto finanční hodnoty diskontovat. Podrobnější rozbor opět přesahuje záměr této práce.

Podobně jako výše při výpočtu IRR resp. při výpočtu NPV v práci [6], je i nyní při výpočtu doby návratnosti D zřejmé, že dosazujeme-li do výše uvedené rovnice deterministické veličiny, zejména roční hrubé příjmy HP , tedy **čísla**, je i doba návratnosti D deterministickou veličinou, tedy **číslem**. Jedná se tedy opět o deterministický model, a to opět navzdory faktu, že do odhadu ročních hrubých příjmů HP již bývá různým způsobem riziko zakalkulováno.

Ve skutečnosti však, protože naše úvahy se týkají budoucnosti, je situace komplikovanější, neboť budoucnost je vždy nejistá: Roční hrubé příjmy HP již nejsou veličinami deterministickými, nýbrž **veličinami náhodnými**, neboli –

v terminologii *analýzy rizika* – **rizikovými faktory**. V důsledku toho je ovšem také výsledná doba návratnosti D **náhodnou veličinou**.

Cílem v případě tohoto *stochastického modelu* je

- Nalezení rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny doba návratnosti D .
- Analýza tohoto rozdělení za účelem lepší predikce efektivnosti investice, aby bylo možno udržet dobu návratnosti D v přijatelných mezích s rozumnou pravděpodobností, a pak realizovat eventuální řídicí zásahy ze strany investora.

K řešení této stochastické úlohy lze opět s výhodou použít metodu *Monte Carlo*. Postup je analogický jako v práci [6].

Literatura

- [1] Brealey, R.A., Myers, S.C.: *Teorie a praxe firemních financí*. Victoria Publishing, Praha 1992.
- [2] Cipra, T.: *Praktický průvodce finanční a pojistnou matematikou*. Nakl. HZ, Praha 1995.
- [3] Flanagan, R., Norman, G.: *Risk Management and Construction*. Blackwell Science, 1993.
- [4] Fotr, J.: *Jak hodnotit a snižovat podnikatelské riziko*. Management Press, Praha 1992.
- [5] Klvaňa, J.: *Analýza rizika*. In: *Systémový model soutěže v technickém rozvoji*. ES ČVUT, Praha 1997.
- [6] Klvaňa, J.: *Ekonomické rizikové faktory trvale udržitelné výstavby*. In: *Udržitelná výstavba*, str. 153 – 160. Vydavatelství ČVUT, Praha 2006. Editors: Tywniak, J., Chamra, S., Ženka, M.. *Sborník Workshopu výzkumného záměru Udržitelná výstavba, VZ 04 CEZ MSM 6840770005*.
- [7] Rényi, A.: *Teorie pravděpodobnosti*. Academia, Praha 1972.
- [8] Tepper, Kápl: *Peníze a vy*. Praha 1996.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

SYSTÉMY MANAGEMENTU KVALITY, ENVIRONMENTU A BEZPEČNOSTI PRÁCE

Klára Košťálková, Pavel Svoboda

Abstract

Construction companies currently with up to three quality systems, Quality Management ISO 9001, Environmental Management ISO 14001 and Occupational Safety OHSAS 18001. It is up to the company to choose how it decides to bring these three systems into practice and how will these be possibly certified. One of the possible ways that seems to be economically viable is the creation of a uniform integrated system.

INTEGROVANY SYSTÉM ŘÍZENÍ

Integrace systému managementu kvality, environmentu, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci se projeví tím, že není nutné vypracovávat tři příručky, ale pouze jednu zahrnující všechny tři systémy.

Požadavky norem ISO, EMS a OHSAS se pochopitelně liší předmětem svého zájmu, ale struktura požadavků, postupy jejich implementace a udržování jsou si velice blízké.

Proto firmy zavádějí integrovaný systém, zejména z ekonomických důvodů. V řadě firem je určena jedna osoba, která je gestorem všech tří systémů. Zároveň jsou společně realizované některé požadavky, které z implementace vyplývají :

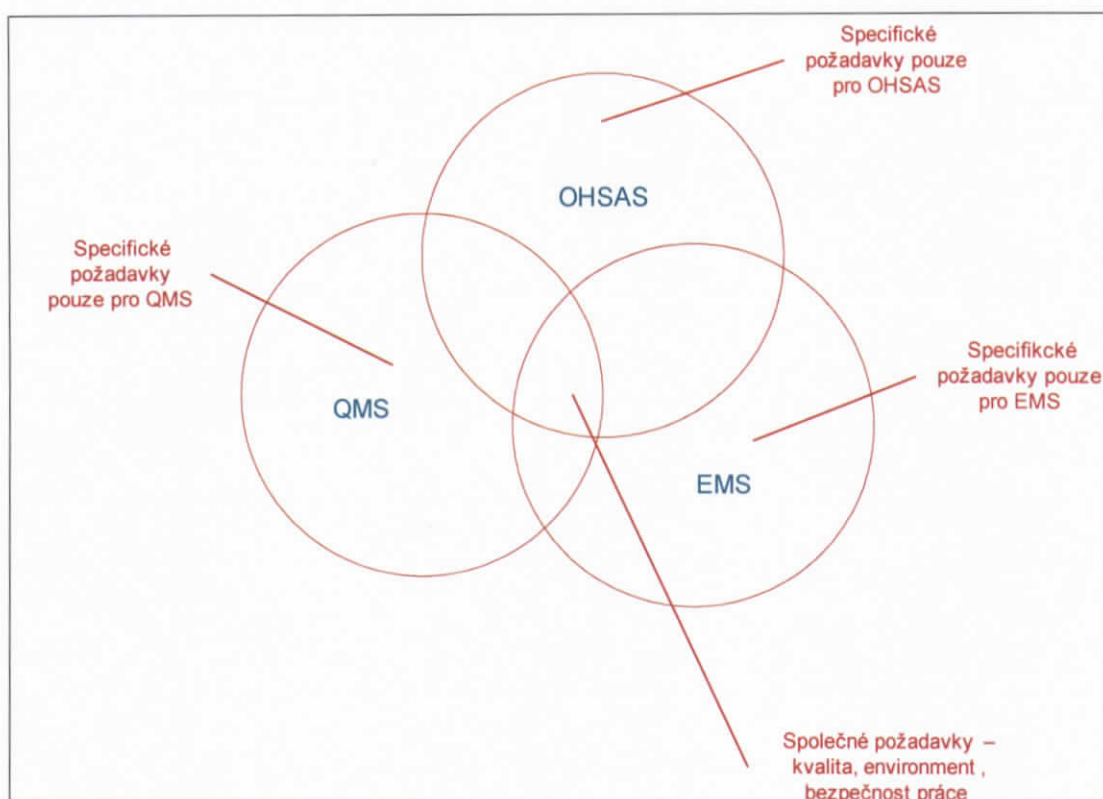
- společná politika (kvality, environmentu a bezpečnosti práce)
- společný registr aspektů a registr legislativy
- společné cíle a programy
- společný představitel vedení
- zabezpečení proškolení zaměstnanců, evidence
- společná příručka a další navazující dokumenty
- specifikace činností aspektů QM+EMS+OHSAS
- monitoring a měření, metrologie
- neshody, nápravná a preventivní opatření
- interní audit
- přezkoumání vedení

Požadavky pouze:

pro QMS – požadavky na monitoring a měření, identifikace a sledovanost

pro EMS – havarijní připravenost, stanovení EMS na pracovišti

pro OHSAS – identifikace nebezpečí, hodnocení a řízení rizik



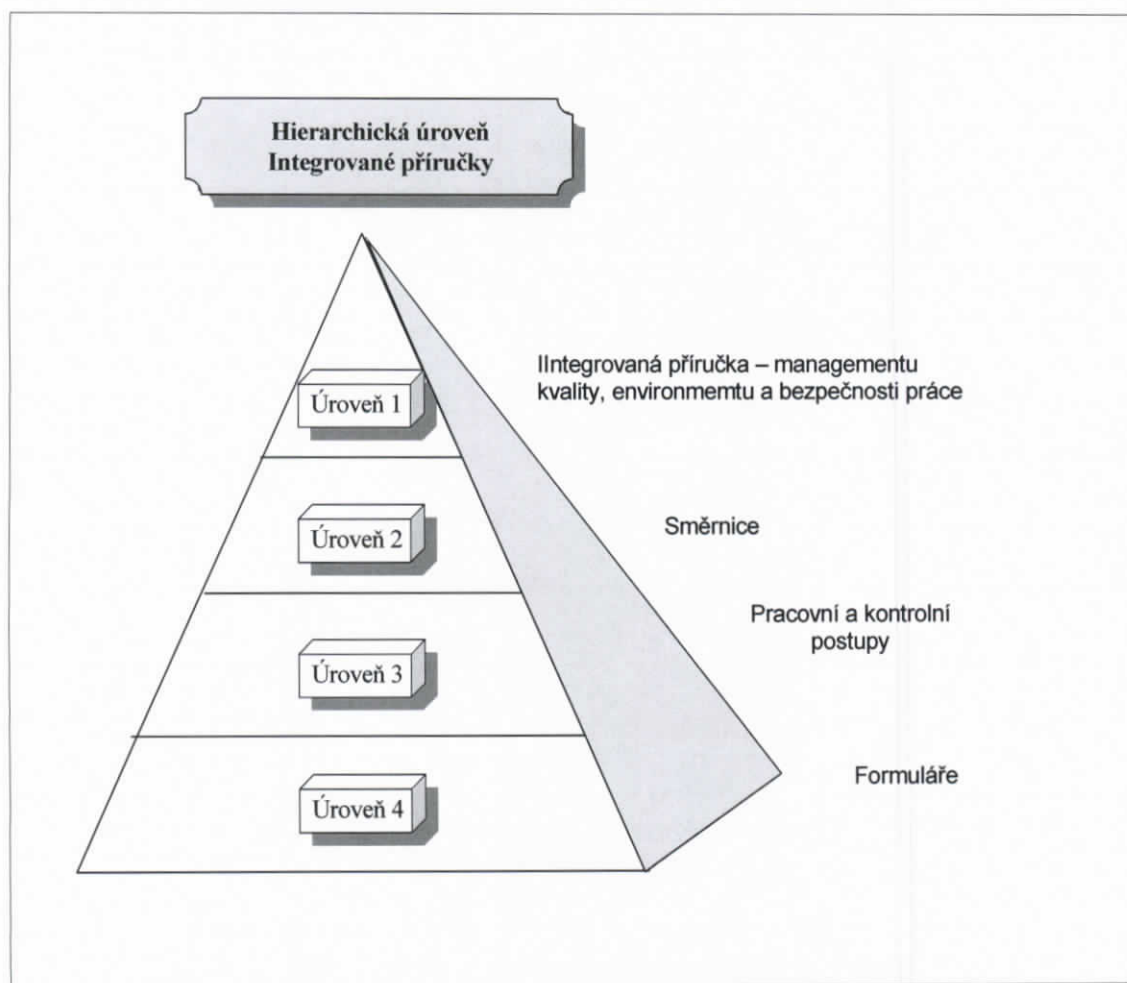
Obr. 1 Vztah mezi systémy managementu kvality, environmentu a bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

Výchozí krok k zavedení integrovaného systému vedení představuje rozhodnutí vrcholového vedení. Toto rozhodnutí se neliší od jiných plánovaných záměrů, stanovení :

- cílů
- termínu
- zdrojů
- odpovědnosti

Postup zavádění QM+EMS+OHSAS:

- rozhodnutí vrcholového vedení o zavádění systému ve firmě
- vypracování registru QM+EMS+OHSAS legislativy, EMS dále registr environmentálních aspektů a OHSAS analýzy bezpečnosti rizik
- stanovení QM+EMS+OHSAS politiky, cílů a cílových hodnot a program
- vypracování nové, popř. doplnění dosavadní dokumentace
- postupné zavádění do praxe, seznámení zaměstnanců s dokumentací, interní audity
- kompletace QM+EMS+OHSAS
- případná korekce příručky a dokumentace
- certifikace – předcertifikační audit, do tří měsíců vlastní certifikace a vystavení certifikátu
- zpravidla v ročních intervalech dozorové audity, po třech letech od certifikace recertifikační audit
- další zlepšování zavedeného systému



Obr. 2 Struktura dokumentace systémů kvality, environmentu a bezpečnosti práce

Příručka

Představuje první úroveň dokumentace. Jde o dokument, který přehledně specifikuje systém managementu kvality, environmentu a bezpečnosti práce. Příručka může být popsána vyčerpávajícím způsobem, nebo je popsána formou odkazů na dokumenty druhé úrovně (směrnice). Příručka slouží k externím subjektům (zákazník, dodavatel, subdodavatel), tak interních (zaměstnanec) jako přehledná prezentace zavedených systémů.

Vnitřní struktura není předepsána. Ale obvykle se používá struktura normy ISO 9001.

Možná podoba příručky:

1. všeobecné úvodní ustanovení
2. základní informace o společnosti
3. účel a rozsah platnosti
4. integrovaný systém – vymezení předmětu QM+EMS+OHSAS, požadavky na dokumentaci a záznamy
5. odpovědnost managementu – politika a cíle kvality, environmentu a bezpečnosti práce, komunikace
6. management zdrojů – školení, lidské zdroje
7. realizace produktu – stanovení – EMS +OHSAS na pracovišti
– havarijní připravenost EMS (např. únik nebezpečného odpadu) +OHSAS (např. záznamy o úrazech)
8. měření, analýzy a zlepšování – monitoring, interní audity, nápravná a preventivní opatření

Směrnice

Představuje interní dokumenty – směrnice, které upravují postupy realizace určitých procesů nebo činností.

Např. pro QM – nakupování, odměňování zaměstnanců, interní audity, controlling, realizace staveb, projektový audit, developerské projekty, neshody na pracovišti atd.

Např. pro EMS – nakládání s odpady, havarijní připravenost a reakce v oblasti EMS, registr environmentálních aspektů atd.

Např. pro OHSAS – záznamy o úrazech (i těžkých a smrtelných), kontrola BOZP na pracovišti, registr nebezpečí a hodnocení rizik atd.

Pracovní, technologické a kontrolní postupy

Tento dokument je určen pro konkrétní činnosti/postupy a může specifikovat, jak postupovat tak i požadavky na ekologické či bezpečnostní chování. (např. technologický předpis/postup na úpravu povrchů – keramické obklady v interiéru a exteriéru).

Formuláře

Představují různorodé písemnosti, které jsou pro fungování firmy směrodatné. Např. zákony a normy, technické normy, technické dokumenty (projekty, výkresy apod.), plány interních auditů, plán investic atd.

LOGO firmy	INTEGROVÁ PŘÍRUČKA KVALITY, ENVIRONMENTU, BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI		Strana 15/99
			Revize: 0
QMS		EMS	OHSAS
Požadavky společné pro všechny tři systémy			
Požadavky pro systém kvality		Požadavky pro systém environmentu	Požadavky pro systém OHSAS
Text společný pro QMS a EMS			Text specifický pro OHSAS
Text specifický pro QMS		Text společný pro EMS a OHSAS	

Obr. 3: Formální podoba příručky

Závěr

Integrací systému se bude zabývat stále více firem. Přínosem integrované příručka je její snazší aktualizace a archivace, kterou se ušetří mnohem více kancelářských potřeb i času pracovníků zabývajících se kvalitou, environmentem a bezpečností práce.

Literatura a jiné prameny

Odborné publikace

Jaroslav Nenadál: Moderní systémy řízení jakosti, Praha 2002

Veber Jaromír: Management kvality, Bezděv 1997

Gašparík Jozef: Manažerstvo kvality v stavební organizácii, Bratislava 2005

Normy

ČSN EN ISO 9000 : 2006 Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník

ČSN EN ISO 9001 : 2001 Systémy managementu jakosti – Požadavky

ČSN EN ISO 14 001 : 1997 Systémy environmentálního managementu - Specifikace s návodem pro její použití

ČSN EN ISO 14 001 : 2005 Systémy environmentálního managementu – Požadavky s návodem pro použití

OHSAS 18 001 : 1999 Systém řízení jakosti bezpečnosti práce

OHSAS 18 001 : 2000 Systémy managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci – směrnice pro zavádění

Webové stránky

www.cni.cz

www.bozpinfo.cz

www.csq.cz/cz

www.env.cz

www.tuvcz.cz

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM6840770005 Udržitelná výstavba.

Ochrana krajiny a revitalizace brownfieldů: důležitá témata současnosti

Zuzana Kramářová

Abstract

Brownfields revitalization is nowadays very actual theme. The main reason, why brownfields revitalization does the important part of landscape protection, is the fact, that as every „recyclation“ protect our free resources. In case brownfields „recyclation“ this resource is natural landscape, which is one of the most important irreplaceable resources of our planet.

V dnešní době je revitalizace brownfieldů velmi aktuálním tématem. Hlavním důvodem, proč hraje významnou roli v ochraně krajiny, je fakt, že jako každá „recyklace“ chrání naše ještě nevyužité zdroje. V případě „recyklace“ brownfieldů je zdrojem volná krajina, která je jedním z nejcennějších vyčerpatelných zdrojů naší planety.

1. Současný stav obou problematik

V dnešní době jsou ochrana krajiny i revitalizace brownfieldů velmi aktuálními tématy. Hlavním důvodem, proč hraje znovuvyužívání brownfieldů tak významnou roli v ochraně krajiny, je fakt, že jako každá „recyklace“ chrání naše ještě nevyužité nenahraditelné zdroje. V případě „recyklace“ brownfieldů je takovýmto zdrojem volná krajina. Ta je jedním z nejcennějších vyčerpatelných zdrojů naší planety, který je však málo zdůrazňovaný anebo přímo opomíjený, protože z něj neplynou tak vysoké přímé zisky jako například z prodeje ropy či zemního plynu.

Při tom právě volná krajina je často znehodnocována neefektivními zábory půdy sloužícími pro výstavbu rychle se rozrůstajících suburbů a to nejen v okolí větších měst, ale i v sousedství vesnic s dostatečnou vybaveností. Je to dáno především cenami pozemků a naprostou vstřícností veřejné samosprávy, která „baží“ po nárůstu počtu obyvatel sídla, neboť to přímo souvisí s výší státem přidělených prostředků pro hospodaření obcí. Proto jsou známy případy velmi častého upravování územních plánů obcí, kde je až nesmyslně měněno tak říkajíc každé pole či louka na plochu pro rozvoj či zastavitelné území. Dochází tak k paradoxům, kdy plocha zastavitelného území je i několikanásobně větší než plocha původní obce. Nově vznikající zástavba potom vyrůstá nejprve na cenově dostupnějších pozemcích, je proto nekompatní, klade výrazně vyšší požadavky na dobudování a údržbu technické a dopravní infrastruktury a podněcuje drobné i větší investory k další rozvolněné výstavbě i mimo plochy určené pro zastavění.

Rozmanitá krajina České republiky je v kontextu evropského měřítka takřka unikátem, jemuž je blízká pouze krajina Slovenska. Jejich jedinečnost spočívá v ohromné pestrosti, která existuje na poměrně malém území. Toto je potenciál, který ostatní státy jako jsou Německo, Francie, Španělsko, Itálie, Řecko či Rakousko nemohou nabídnout. A právě proto je nutné klást v našem státě na ochranu krajiny mnohem větší důraz, protože zde je mnohem snadnější unikátní krajinu nenávratně poškodit či zcela ztratit.

Zuzana Kramářová, Ing, Ph.D.

*ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra sídel a regionů
Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice*

tel.: 224 354 690, fax.: 224 355 347, e-mail: zuzana.kramarova@fsv.cvut.cz

2. Brownfieldy a jejich revitalizace jako alternativa ochrany volné krajiny

Jedním z možných prostředků ochrany volné krajiny před zábořem je znovuvyužívání již obsazených pozemků, tzv. brownfieldů. K vyššímu počtu revitalizací těchto území by mohlo přispět i plošné zavedení lokálních databází brownfieldů. Tyto databáze by byly určeny zejména pro potřeby developerů, kteří by zde snáze našli pozemky vhodné pro plánovaný záměr, jenž by pak nezabíral další greenfieldy. Toto opatření je však nutné zavést plošně na území celé republiky.

V případě pouze ojedinělého uplatnění dojde ke značnému znevýhodnění sídel s databázemi, neboť pro investory je vlivem současné situace na trhu s pozemky mnohem výhodnější kupovat a stavět na greenfieldech než na brownfieldech, kde existuje vysoké procento rizik spojených s investicemi. Proto by pro své záměry vyhledávali sídla bez existujících databází brownfieldů, kde by jejich záměry nebyly omezovány limitami plynoucími z investic na nich.

Lokální databáze brownfieldů by měla prezentovat ucelený přehled informací o všech typech a kategoriích brownfieldů, které se nacházejí na správním území sídla. Informace o jednotlivých lokalitách by měly být rozděleny do dvou skupin – základní a rozšířené. Rozdělení informací do skupin je uvedeno v tabulce 1.

Základní informace o jednotlivých brownfieldech v databázi by měly být veřejně přístupné. Jako nejvýhodnější se jeví dostupnost informací přes internetovou síť na stránkách příslušného městského či obecního úřadu.

Rozšířené informace by bylo možné získat pouze na vyžádání na příslušném odboru veřejné správy, kterým by byl například stavební úřad či odbor územního plánování.

skupina	informace
základní informace	značení brownfieldu (pořadové číslo nebo kód)
	poloha (možno prezentovat mapkou s vyznačením lokality)
	typ brownfieldu (objekt, komplex budov, areál, pozemky s minimem objektů)
	velikost pozemku či zastavěné plochy (m ²)
	počet majitelů a jejich povaha (soukromí, veřejní, církevní vlastníci)
	základní informace o objektech (počet, zastavěná plocha, počet podlaží, konstrukční systém)
	základní informace o technické a dopravní infrastruktuře (v místě, lze zbudovat přípojku, bez možnosti napojení)
	základní informace o ekologických zátěžích (existují, lze je předpokládat, není pravděpodobná kontaminace)
	předchozí využívání lokality
	vhodné funkční využití v souladu s územně plánovací dokumentací
	fotodokumentace (ilustrační foto v počtu cca 2 + 10 kusů)
rozšířené informace	parcelní čísla pozemků a objektů

	kontakt na majitele (adresa, telefon, e-mail)
	rozšířené informace o objektech (vnitřní dispozice, stavebně technický stav, typy nosných konstrukcí)
	rozšířené informace o technické a dopravní infrastruktuře (struktura uložení v lokalitě, kapacity, stavebně technický stav)
	rozšířené informace o ekologických zátěžích (existence a výsledky průzkumů, průběh a výsledky čištění, monitoring)
	zeleň (chráněná, cenná, s menším významem, ...)
	další limity (ochranná pásma, památková péče, zátopové území, ochrana dobývacích a ložiskových území, ...)
	rozšířená fotodokumentace (snímky každého objektu a celkové pohledy na lokalitu v počtu cca 2 snímky na objekt + 2 ÷ 4 snímky na lokalitu)

Tab. 1 Rozdělení informací z lokálních databází brownfieldů do skupin

Revitalizace brownfieldů by bylo dále vhodné podpořit politikou státu, zejména finanční motivací. Tím je myšleno především navýšení poplatku za vyjímání půdy ze zemědělského půdního fondu. Aby byly investoři jednoznačně směřováni k revitalizaci brownfieldů, měla by se tato částka pohybovat přibližně ve výši odpovídající ceně stavebních parcel. Pak by součet ceny pozemku a poplatku za vyjímání ze zemědělského půdního fondu byl vyšší a investoři by měli být dostatečně finančně motivováni.

Další alternativou je pochopitelně dotační politika státu a Evropské unie – dotační tituly pro podporu revitalizací brownfieldů. Vzhledem ke skutečnosti, že Česká republika se právě nachází v přechodovém období z hlediska začleňování se do Evropské unie, dochází i ke změnám v možném využívání dotačních titulů Evropské unie a v návaznosti na toto i dotačních titulů České republiky. Rozbor možností čerpání financí z těchto programů je velmi rozsáhlý, a proto zde žádné z nich nejsou jmenovány.

Třetí alternativou je zvýšení cen zemědělské a lesní půdy, která je v současnosti vůči stavebním pozemkům podhodnocena. Toto opatření však samo o sobě není dostačující a může přinést komplikace v oblasti obchodu se zemědělskou a lesní půdou pro její další zemědělské a lesní využívání.

Čtvrtým možným opatřením je ochrana zemědělské a lesní půdy před spekulacemi s pozemky. Jde v podstatě o stejný výsledek jako v případě prvního typu opatření, ale za použití jiných principů. K využití se nabízí holandský model obchodování s pozemky, který lze zjednodušeně popsat následovně. Veškeré transakce týkající se půdy a změny jejího využití probíhají přes „vlastnictví“ státu. Prodává-li vlastník pozemky někomu jinému, který je chce využít k jinému účelu, prodá původní vlastník pozemky státu a stát pak prodá tyto pozemky novému vlastníku za cenu běžnou pro nové využití. Toto platí i v případě, že majitel nechce pozemky prodat, ale chce pouze změnit typ jejich užívání. Finanční zisk ze změny využití tak získá stát a nikoli původní majitel, který pak není finančně motivován ke snaze měnit užití půdy.

3. Národní strategie regenerace brownfields

Opatření týkající se regenerace brownfieldů včetně opatření týkajících se úpravy legislativy, která budou platná na území České republiky, budou zveřejněna ve vznikající Národní strategii regenerace brownfields. Strategie vzniká po vzoru stejně zaměřené strategie z Velké Británie a dalších obdobných dokumentů z Evropy, měla by být vypracována do poloviny tohoto roku a bude v ní kladen důraz zejména na udržitelný rozvoj a ochranu krajiny.

Vlastní strategie bude členěna do pěti organizačních celků – pilířů: legislativa, organizace, financování, technická část a osvěta. Jednotlivé pilíře se budou zabývat vždy příslušnou oblastí regenerace brownfieldů, tedy zhodnocením a vhodnými úpravami současně platné legislativy; vzděláváním laické i budoucí odborné veřejnosti; dotačními tituly a možnostmi čerpání z nich; technickými možnostmi a doporučeními týkajícími se vlastních revitalizací v oblastech urbanismus, životní prostředí, památková péče, stavebně technické provádění a vědeckovýzkumná činnost; a dále pak propagace a marketingové strategie.

Všechna tato opatření a doporučení by měla usnadnit a zpřehlednit situaci týkající se revitalizací lokalit označených jako brownfieldy a tím i nastartovat nepřímou ochranu krajiny, která by tak přestala být zabírána v tak masivním měřítku, jako je tomu dosud.

Literatura:

- [1] Kramářová, Z.: Ekologické, funkční, urbanistické a architektonické problémy brownfieldů v malých městech; disertační práce; Praha; prosinec 2006.
- [2] Brownfields and Redevelopment of Urban Areas; A report from the Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies (CLARINET); 2002.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

ÚNOSNOST KOVOVÝCH DESEK S PROLISOVANÝMI TRNY

Petr Kuklík¹, Miloš Vodolan²

Abstract

Any country producing punched metal plate fasteners (nail plates) is obliged to determine basic strength properties of nail plates by testing the joints according to given rules. The values are used in analysis according to the European designing standards. One of the test series is designed to determine anchorage capacity of the nails to timber. The Eurocode 5, compared to current valid standards, introduces new analysis methods considering carrying of bending moment and plastic redistribution of forces in the effective joint area. The results of the tests performed by the nail plate producer and additional tests of selected joints with different timber density and geometric configuration will allow verifying of models currently used for analysis of timber structures with punched metal plate fasteners.

1. Úvod

Výroba střešních konstrukcí spojovaných kovovými deskami s prolisovanými trny je dynamicky rostoucím odvětvím především v průmyslově vyspělých zemích. Konstrukce s kovovými deskami s prolisovanými trny se na základě jejich hospodárnosti a možnosti snadné aplikace značně rozšířily i v ČR. Vazníky lze používat pro občanskou výstavbu, pro zastřešení s využitím obytného střešního prostoru, pro sáňací plochých střech na panelové domy, ale i pro zastřešení výrobních nebo skladových hal a supermarketů. Meziroční objem růstu trhu v oboru dřevěných konstrukcí s kovovými deskami s prolisovanými trny v ČR činil v letech 2005/2006 20 %. Celkově bylo touto technologií v roce 2006 v ČR zastřešeno přes 1.000.000 m² střech.

Řešení spolehlivosti lehkých střešních konstrukcí spojovaných deskami s prolisovanými trny je komplexní problematika týkající se především oblasti únosností spojů, zajištění prostorové stability a požární odolnosti.

2. Únosnost připojení kovové desky s prolisovanými trny

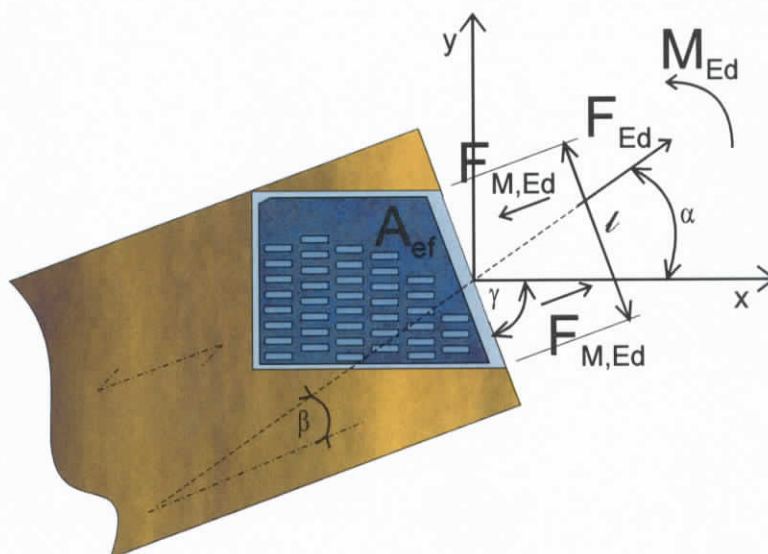
Jedním z hlavních faktorů ovlivňujícím únosnost spoje provedeného pomocí kovových desek s prolisovanými trny je připojení samotné desky ke dřevěným prvkům pomocí trnů. Ve starších předpisech pro navrhování dřevěných konstrukcí (ČSN 73 1701) se nepředpokládá přenos ohybových momentů od vnějšího zatížení a momentů vzniklých excentrickým připojením prvků. Vliv excentrického připojení byl zohledněn pomocí redukčního koeficientu pouze u některých typů spojů.

V normě ČSN P ENV 1995-1-1 (1996) byl použit výpočetní postup, který již aplikoval momentovou únosnost připojení v elastické oblasti. V ČSN EN 1995-1-1 (2006) je pak převzat výpočetní model využívající plastických rezerv momentové

¹ Petr Kuklík, Doc. Ing. CSc.,
FSv ČVUT v Praze, Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí
Tháškova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice
kuklik@fsv.cvut.cz

² Miloš Vodolan, Ing.,
FINE spol. s r.o.,
Závěrka 12, 169 00 Praha 6,
milos.vodolan@fine.cz

únosnosti připojení v souladu s pracemi [3]. Postupy pro řešení jednoho připojení kovové desky s prolisovanými trny jsou zobrazeny na obr.1 a obr.2.



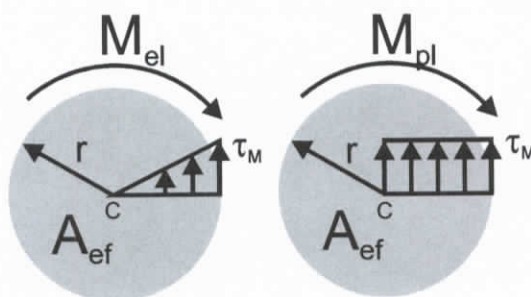
Obr. 1 Statické působení připojení kovové desky s prolisovanými trny

ČSN P ENV 1995-1-1

$$\tau_{M,d} = \frac{M_{A,Ed} \cdot r_{\max}}{I_p}$$

$$I_p = \int_{A_{ef}} r^2 dA$$

$$I_p = I_x + I_y$$



ČSN EN 1995-1-1

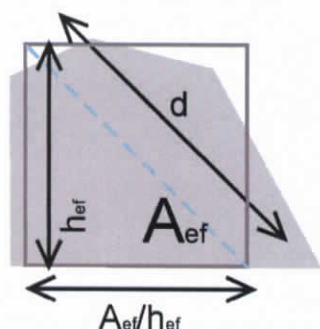
$$\tau_{M,d} = \frac{M_{A,Ed}}{W_{pl}}$$

$$W_{pl} = \int_{A_{ef}} r dA$$

Obr. 2 Zavedení momentové únosnosti do připojení trnů

Vztahy podle ČSN EN 1995-1-1 jsou obtížně řešitelné, protože integrál pro výpočet W_{pl} nemá pro obecné tvary efektivních ploch připojení kovových desek s prolisovanými trny analytické řešení. Pro praktické výpočty je možno podle ČSN EN 1995-1-1 použít zjednodušený výpočet (viz obr.3), který ovšem pro některé tvary efektivních ploch dává nepřesná řešení.

Modelování momentového působení spoje s deskami s prolisovanými trny je stěžejním problémem pro bezpečný návrh spojů a modelování statického působení celého vazníku. Teoretická plastická rezerva pro plochu připojení A_{ef} tvarem blízkou kruhu činí přibližně 12%.



$$d = \sqrt{\left(\frac{A_{ef}}{h_{ef}}\right)^2 + h_{ef}^2} \quad W_{pl} = \frac{1}{4} A_{ef} d$$

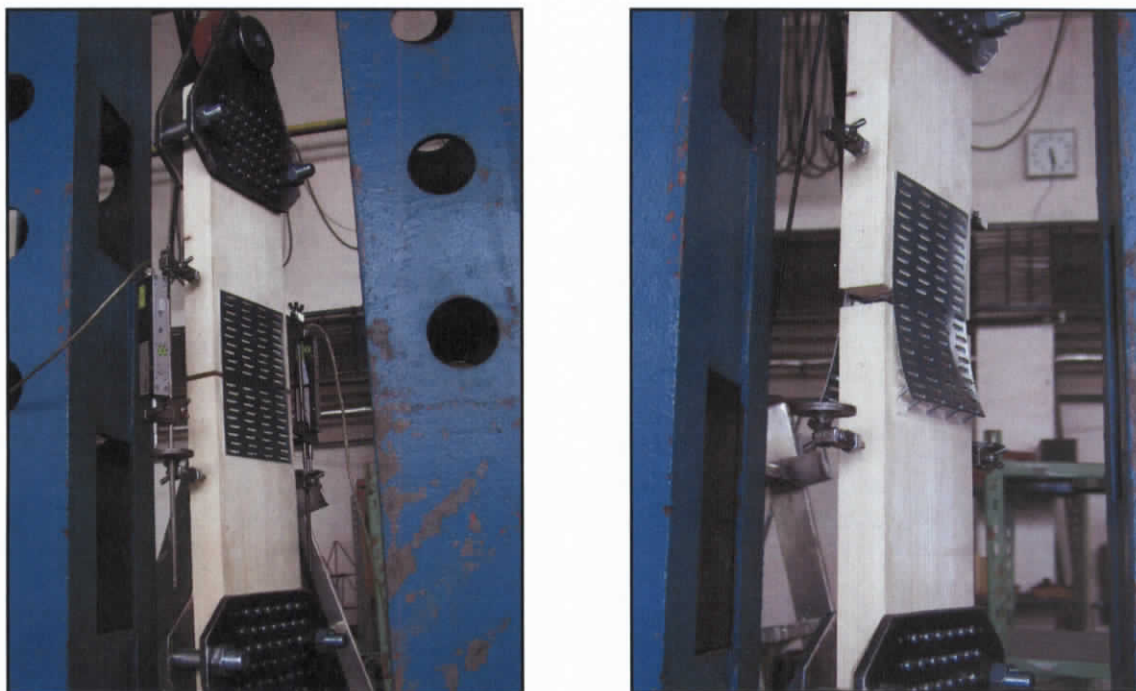
Obr. 3 Přibližné řešení plastického modulu plochy připojení desky

3. Zkoušky pevnosti připojení podle ČSN EN 1995-1-1

Zkoumány byly dvě základní řady kovových desek s prolisovanými trny o tloušťkách 1,5 mm a 2,0 mm podle evropských norem ČSN EN 1075 a prEN 14545. Celkem bylo provedeno 288 zkoušek. První ověřovací série zkoušek proběhla již v roce 2006, kde byl především ověřen návrh konstrukce zkušebních těles pro jednotlivé zkoušky. Zbýlé cca dvě třetiny zkoušek proběhly v roce 2007. Vyhodnocení výsledků bude probíhat podle plánu do konce roku 2007.

Zkoušek pevnosti připojení desky (obr. 4) bylo provedeno celkem 96 (48 pro každou výrobní řadu desek). Ostatní provedené zkoušky se týkaly zjišťování pevnosti materiálu desky (přetržení materiálu) v tahu, tlaku a ve smyku. Počet zkušebních těles v některých případech překračoval minimální požadavky na počty těles uvedené v prEN 14545, především s ohledem na příznivější výsledky statistického vyhodnocení pro získání charakteristických hodnot pro výpočty. Po ukončení vyhodnocení výsledků bude možné zjištěné charakteristické vlastnosti desek používat pro výpočty podle ČSN EN 1995-1-1.

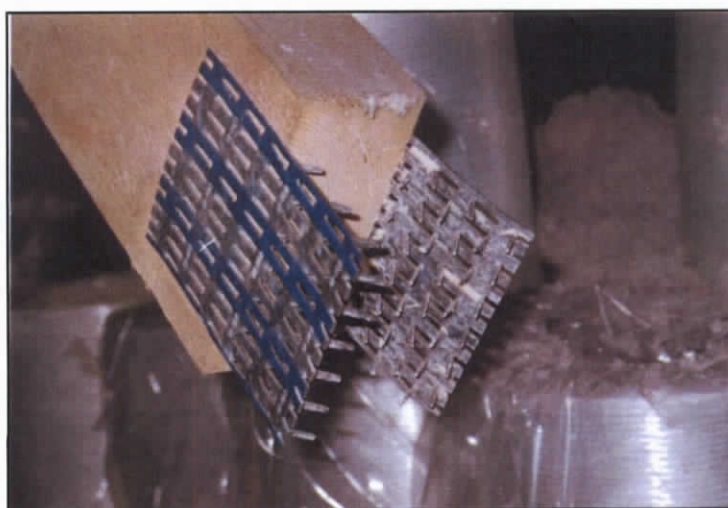
Některé z předpokladů chování spojů desek s trny na momentové únosnosti byly ověřeny v práci [1]. Autoři se zabývali ověřením teorií publikovaných v [3] a jejich aplikací v ČSN P ENV 1995-1-1 a DIN 1052:2004. Na poměrně velkém počtu 98 vyzkoušených spojů bylo prokázáno, že pro většinu spojů je výsledná pevnost připojení trnů podle P ENV na straně vyšší bezpečnosti. V případech, že nedochází k přiměřenému kontaktu dřeva mezi spojovanými prvky mohou být výsledky na straně nižší bezpečnosti. Na základě výsledků zkoušek byly doporučeny některé změny do normy DIN 1052:2004 a do finálních úprav vztahů používaných v EN 1995-1-1.



Obr. 4 Průběh zkoušky s porušením připojení

4. Ověření bezpečnosti metodiky výpočtu připojení podle EN 1995-1-1

Výše uvedená problematika se v praxi může týkat například spojů na nastavení spodních pásů (obr. 5) příhradových vazníků namáhaných kombinací tahu a ohybu, spojů nevhodně umístěných v místech velkých momentů nebo spojů s velkými přídatnými momenty od excentrického připojení.



Obr. 5 Porušení připojení desky s trny v nastavení spodního pásu při havárii konstrukce

Selhání spojů v připojení bývá poměrně častou příčinou havárií konstrukcí. I když je na prvním místě příčin havárií konstrukcí lehkých střešních konstrukcí obecně problematika prostorového ztužení, pro konstrukce spojované deskami s prolisovanými trny je důležité znát s jakou bezpečností jsou spoje navrženy. Důvody pro to především jsou:

1. V současné době se v ČR mění postupně systém norem pro navrhování stavebních konstrukcí. Původní ČSN jsou nahrazovány evropskými normami ČSN EN, které obsahují nové modernější metody výpočtu, ale kladou vyšší nároky na správnou volbu výpočetních modelů a zatížení.
2. Došlo ke statistickému zpřesnění sněhové mapy a původní systém výpočtu zatížení obecně byl převzat z evropských norem. Některé stávající konstrukce bude potřeba přepočítat podle nových normových předpokladů (například při provádění stavebních úprav).

Tyto obecné důvody platí i pro problematiku připojení desek s trny.

Pro kovové desky s prolisovanými trny budou po zániku ČSN 73 1701 platit dvě návrhové normy ČSN EN 1995-1-1 (Eurokód 5) a připravovaná norma ČSN 73 1702. V současné podobě tyto dvě normy obsahují pro návrh a posouzení desek s prolisovanými trny na připojení odlišnou metodiku výpočtu. V Eurokódu byla zavedena metodika podle [3], v normě ČSN 73 1702, která vznikla z DIN 1052:2004 jsou použity postupy podle evropské přednormy P ENV..

Pevnost připojení trnů je ovlivněna kromě průměru, tvaru a počtu trnů kovových trnů i fyzikálními vlastnostmi dřeva. Metodika výpočtu pevnosti připojení a získání charakteristických parametrů pro výpočty podle Eurokódu 5 a souvisejících norem předpokládá provádění zkoušek na tělesech z materiálu vybraného podle postupů v ČSN EN 28970. Výsledné charakteristické parametry potom mají omezenou platnost pro dřevo daných fyzikálních vlastností (hustoty). Celý systém je potom na straně vyšší bezpečnosti pro materiál s lepšími fyzikálními parametry. Užití pro materiál horších parametrů je nepřípustné. Pro řešení se nabízí modifikace některých parametrů a vztahů v EN 1995-1-1 pomocí například charakteristické hustoty dřeva.

O celkové únosnosti desky s prolisovaným trny nečastěji rozhoduje právě únosnost připojení do dřevěných prvků. Zároveň velikost efektivní plochy pro připojení má nezanedbatelný vliv na tuhost spoje, tím na celkovou tuhost příhradového vazníku a na velikost prokluzu spojů ve styčnicích.

Podle výsledků prováděných zkoušek a prací [1], [2], [3] se potvrzuje, že kovové desky s prolisovanými trny vykazují nezanedbatelnou momentovou únosnost, kterou lze při navrhování uvažovat. Eurokód 5 zavádí navíc využití plastické rezervy do výpočtu momentové únosnosti připojení desek s prolisovanými trny. Plošné využití momentové únosnosti připojení v konstrukcích spojovaných deskami s prolisovanými trny přináší úspory ve spotřebě dřevní hmoty. Na druhé straně klade zvýšené nároky jak na používané výpočetní programy v oblasti zpřesňování modelování výpočetních detailů konstrukcí, tak i na projektanty s ohledem na správnou volbu modelů konstrukcí.

Připravované ověřovací zkoušky vybraných typů spojů desek s prolisovanými trny na momentové namáhání z těles ze dřeva o různých fyzikálních vlastnostech vhodně doplní výsledky získané z uskutečněné série zkoušek desek. Na základě získaných výsledků bude možno ověřit a porovnat některé postupy v obou do budoucna platných normách. Případné úpravy vztahů nebo modelů detailů bude možno přímo ověřit aplikací v profesionálním výpočetním systému pro návrh a posouzení konstrukcí spojovaných kovovými deskami s prolisovanými trny.

Literatura

- [1] BLASS, H. J., EHLBECK, J., KURZWEIL, L.: Berücksichtigung der Momentübertragung von Nagelplattenverbindungen bei der Bemessung, Lehrstuhl für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen, Universität Karlsruhe (TH), BRD 1997
- [2] ELLEGAARD, P.: Analysis of Timber Joints with Punched Metal Plate Fasteners, Aalborg University, Denmark 2001
- [3] KEVARINMÄKI, A.: Solution of Plastic Moment Anchorage Stress in nail Plates, CIB-W18A, 26-14-4, Athens, USA 1993
- [4] O'REGAN, PHILIP J. : Combined Tension and Bending Loading in Bottom Chord Splice Joints of Metal-Plate-Connected Wood Trusses, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, USA 1997

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

MĚŘENÍ VLHKOSTI ZDĚNÝCH STAVEBNÍCH KOSTRUKCÍ **– PŘÍPADOVÁ STUDIE PRAHA KARLÍN**

Václav Kuráž, Jaroslav Římal

1. Úvod

Vlhkost porézních stavebních konstrukcí je vážným technickým problémem. V souvislosti s povodněmi v roce 2002 se stále častěji tyto problémy objevují, hlavně v souvislosti s ochranou historických budov a dalších chráněných objektů. Obdobně je nutno řešit tyto otázky u obytných domů, kdy zvýšená vlhkost hlavně suterénních částí objektů je limitujícím faktorem využití těchto objektů.

V důsledku záplav dochází ke zvýšení hladiny podzemní vody, v extrémních případech i nad úroveň konstrukcí. Často také u starších objektů buď schází, nebo není zcela funkční izolace proti vlhkosti, musíme proto počítat s tím, že konstrukce bude ovlivněna kapilárním výstupem vody. Při řešení uvedeného problému musíme brát v úvahu heterogenitu konstrukcí, složenou z různých porézních materiálů (cihelné zdivo, beton, spojovací materiály). Po teoretické stránce se tedy jedná o velmi složitý problém, prakticky neřešitelný numerickými modely.

Z výše uvedených důvodů jsme se rozhodli řešit tento problém experimentálně, na základě dlouhodobého měření rozdělení a dynamiky vlhkosti v porézní konstrukci budov. Základním požadavkem při výběru metod měření bylo, aby použitá metoda umožňovala dlouhodobé stacionární měření, ať již s manuálním odečtem naměřených dat, nebo s registrací. Dalším požadavkem byla pokud možno lineární závislost naměřených dat na vlhkosti, nízký vliv teploty a chemického složení na výsledek měření.

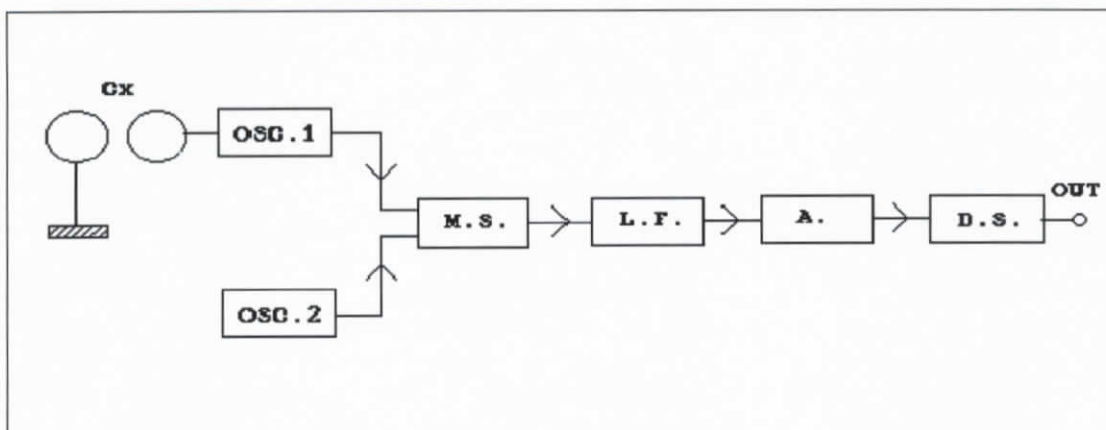
Většinu uvedených požadavků splňuje dielektrická metoda. Jako základ pro měření byl použit princip Dielektrického měřiče vlhkosti zemin (Kuráž, Matoušek, autorské osvědčení č. 172234, 1978, úpravy 1984, 1992, 1999).

2. Teoretická část.

Zařízení se skládá ze dvou částí: měrné válcové sondy a vyhodnocovací jednotky. Měrná sonda má vnější průměr 58 mm, obsahuje dvě elektrody umístěné na vnitřním plášti sondy. Výška elektrod je 20 mm, vzdálenost mezi nimi je 10 mm. Tyto elektrody spolu s okolním materiálem tvoří měrný kondensátor. Změna kapacity kondensátoru, která je funkcí změny vlhkosti okolního materiálu, způsobuje změnu rezonanční frekvence oscilátoru 1. Zjednodušené blokové schéma je uvedeno na obr. č. 1

Kapacita kondensátoru, který je součástí oscilačního obvodu, se mění v závislosti na změně dielektrické konstanty, a tedy hlavně vlhkosti materiálu, vně měrného kondensátoru. Resonanční frekvence uvedeného oscilátoru je potom funkčně závislá na kapacitě kondensátoru, a tedy na vlhkosti. Zařízení vyhodnocuje rozdíl rezonančních frekvencí – měrného a referenčního oscilátoru, který pracuje na konstantní frekvenci – 60 MHz. Maximální rozdílová frekvence, která je závislá na vlhkosti, je cca. 5 MHz. Měřený rozdílový kmitočet je následně zpracován a redukován dělícím stupněm v poměru 1000 : 1, takže maximální kmitočet výstupního signá-

lu nepřevyšuje hodnotu 5 kHz pro rozladění měrného oscilátoru o 5 MHz. Tento signál je možno bez jakýchkoliv problémů převádět běžným slaboproudým kabelem i na značné vzdálenosti. Vzdálenost mezi měrnou sondou a vyhodnocovací jednotkou není tedy limitující pro měření.



Cx - měřená kapacita mezi elektrodami

OSC. 1, 2 - měřicí a referenční oscilátor

M.S. - směšovací stupeň

L.F. - dolnofrekvenční propust pro výběr signálu rozdílového kmitočtu

A. - zesilovač a tvarovač impulsů

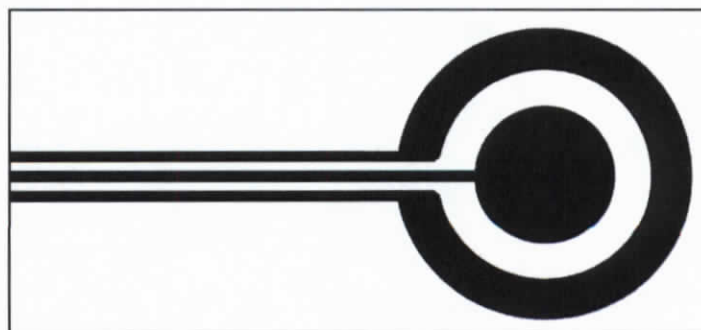
D.S. - dělicí stupeň kmitočtu

Obr. 1 Blokové schéma Dielektrického měřiče vlhkosti

Uvedené zařízení je běžně používáno pro měření vlhkosti v zeminách, nebo jiných porézních materiálech, přičemž pro měření se používá přístupová pažnice ve které se měrná sonda volně posouvá. Obdobný princip lze použít také v případě měření monolitických, např. betonových konstrukcí.

Pro měření vlhkosti zděných konstrukcí byla vyvinuta plošná sonda se symetrickým oboustranným měrným polem podle obr. č. 2.

Jedná se o opět čidlo s rozptylovým polem, ovšem oboustranným, čidlo musí být poměrně malé, aby umožňovalo rozlišení jednotlivých vrstev měřeného porézního materiálu.



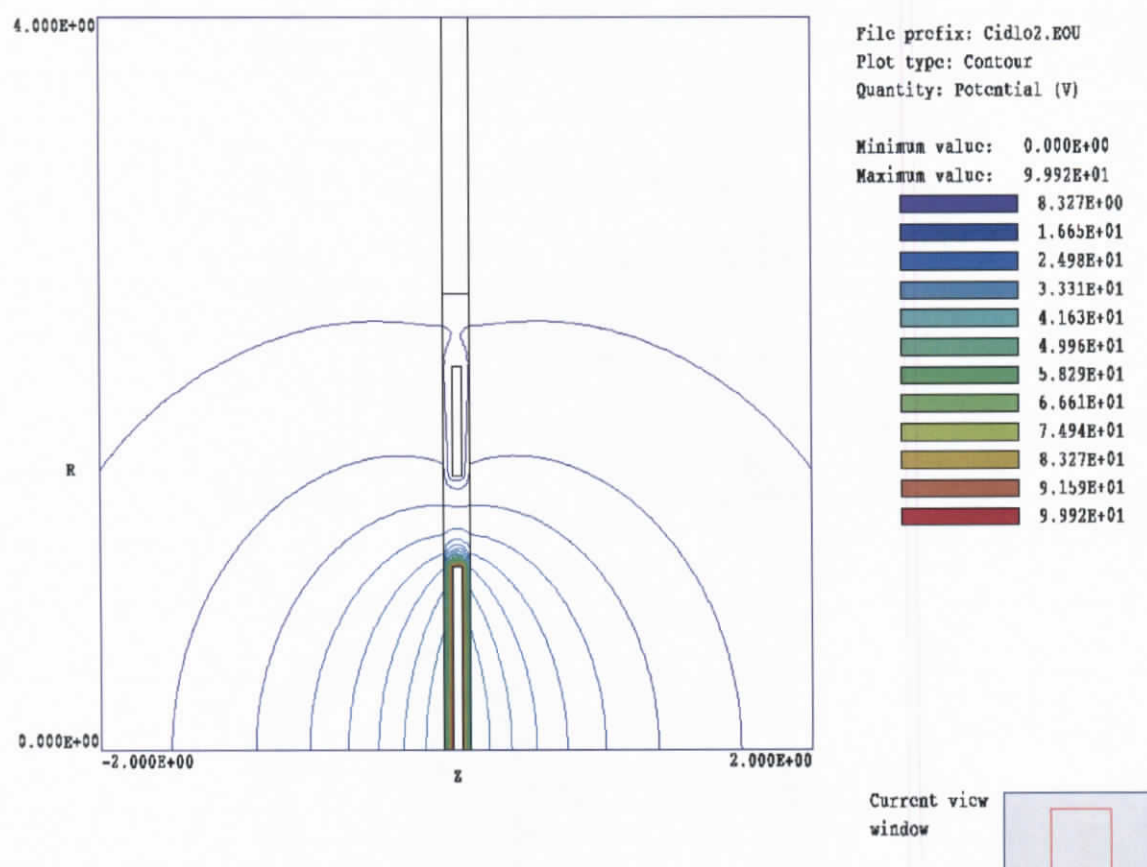
Obr. 2 Tvar měřících elektrod pro Čidlo 1 a 2 (skutečné rozměry: vnitřní elektroda průměr 20 mm, vnější elektroda - mezikruží, průměry 30 a 42 mm)

Centrální elektroda byla navržena kruhová, obklopená mezikružím, které tvoří druhou elektrodu otevřeného kondenzátoru, v jehož oboustranném rozptylovém poli se nachází měřený materiál. Vodivé elektrody jsou vytvořeny metodou plošných spojů na sklolaminátové podložce. Obdobně jsou zakryty krycí destičkou v horní části ze stejného materiálu a oříznuty tak, aby byly přístupné vodivé plošky pro rychlé připojení k měřiči pomocí konektoru. Byly testovány dva typy čidel – čidlo č. 1 s krycí vrstvou 1,5 mm a čidlo č. 2 s krycí vrstvou 0,5 mm.

2.1. Modelování rozptylového pole elektrod.

Numerické modelování rozptylového pole měřících elektrod předcházelo konečnému návrhu. Výsledkem bylo ověření závislosti mezi jejich rozměry a efektivním měřicím dosahem čidla, vliv přídavné izolační vrstvy na dosah a linearitu měření. Pro modelování byl použit stejný software a obdobné počáteční a okrajové podmínky jako v předchozím případě.

Výsledkem řešení je rozdělení hustoty elektrického pole pro výše uvedené varianty a pro zvolené hodnoty dielektrické konstanty. Jako příklad je uvedeno toto rozdělení pro čidlo č. 2, dielektrikum voda ($\epsilon_{\text{psi}}=80$).



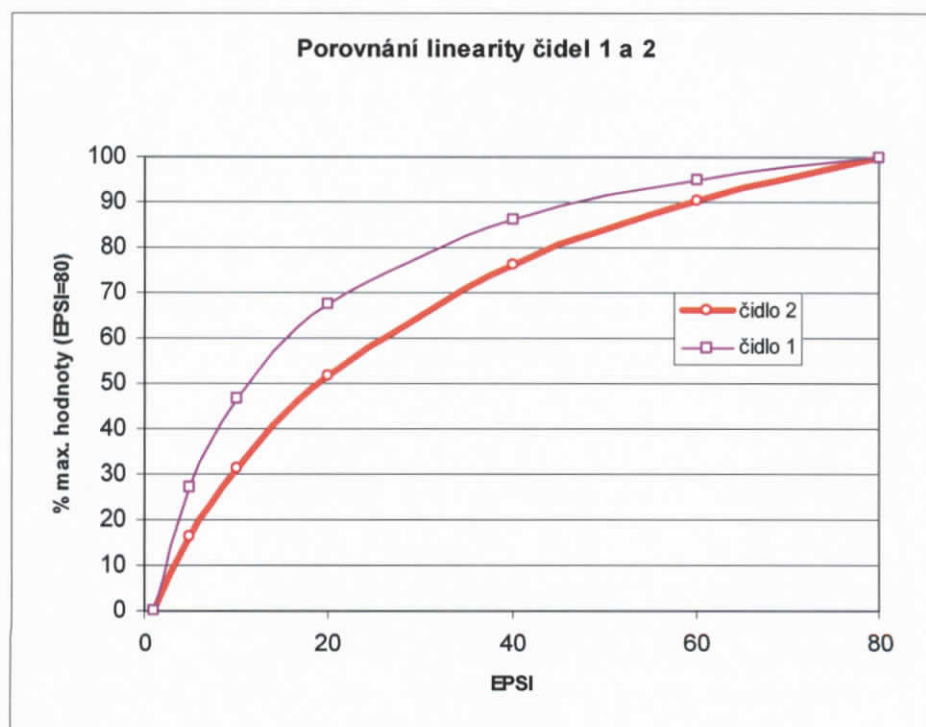
Obr. 3 Čidlo 2, detail rozložení ekvipotenciál pro dielektrikum s $\epsilon_{\text{psi}} = 80$ (voda)

Efektivní hloubku vniku elektrostatického pole do měřeného dielektrika, nebo-li jeho efektivní dosah, si zde můžeme definovat jako tloušťku měřené vrstvy, při níž je dosaženo 95% přírůstku kapacity čidla (od počáteční kapacity čidla se vzduchovým dielektrikem, tedy pro $\text{EPSI} = 1$) vzhledem k maximální hodnotě přírůstku, dosažené při postupném zvyšování tloušťky měřeného materiálu do té míry, kdy již nedochází k dalšímu pozorovatelnému navýšení kapacity. Bylo zjištěno, že takto definovaný "dosah" pole není příliš závislý na tloušťce isolační vrstvy, kryjící měřicí elektrody čidla. Velikost vytvořené mezery mezi elektrodami a měřeným materiálem se však projeví v tzv. *nelinearitě čidel*, tedy odchylce závislosti přírůstku kapacity čidla na rostoucí relativní dielektrické konstantě měřeného materiálu od přímkového průběhu (viz dále).

Výpočtem matematického modelu pole pro různou tloušťku vrstev dielektrika byly postupně určeny přírůstky kapacity čidla od počáteční se vzduchovým dielektrikem a vyjádřeny v procentech max. dosažitelné hodnoty pro danou rel. diel. konstantu (zde byly hodnoty vztaženy k maximální vrstvě dielektrika tloušťky 99 mm):

Výpočet byl proveden pro vodu ($\text{EPSI} = 80$). Z našich předchozích výzkumů a zkušeností plyne, že dosah se snižující se dielektrickou konstantou zvyšuje, pro vodu se tedy jedná o nejméně příznivé hodnoty. Z výsledků vyplývá, že dosah je cca 13 mm (oboustranně), čili celková tloušťka měřené vrstvy je cca 26 mm.

Další důležitou charakteristikou je **linearita závislosti změny dielektrické konstanty měřeného materiálu na přírůstku kapacity čidla**. Výsledky – srovnání pro obě čidla plyne z obr. 4.

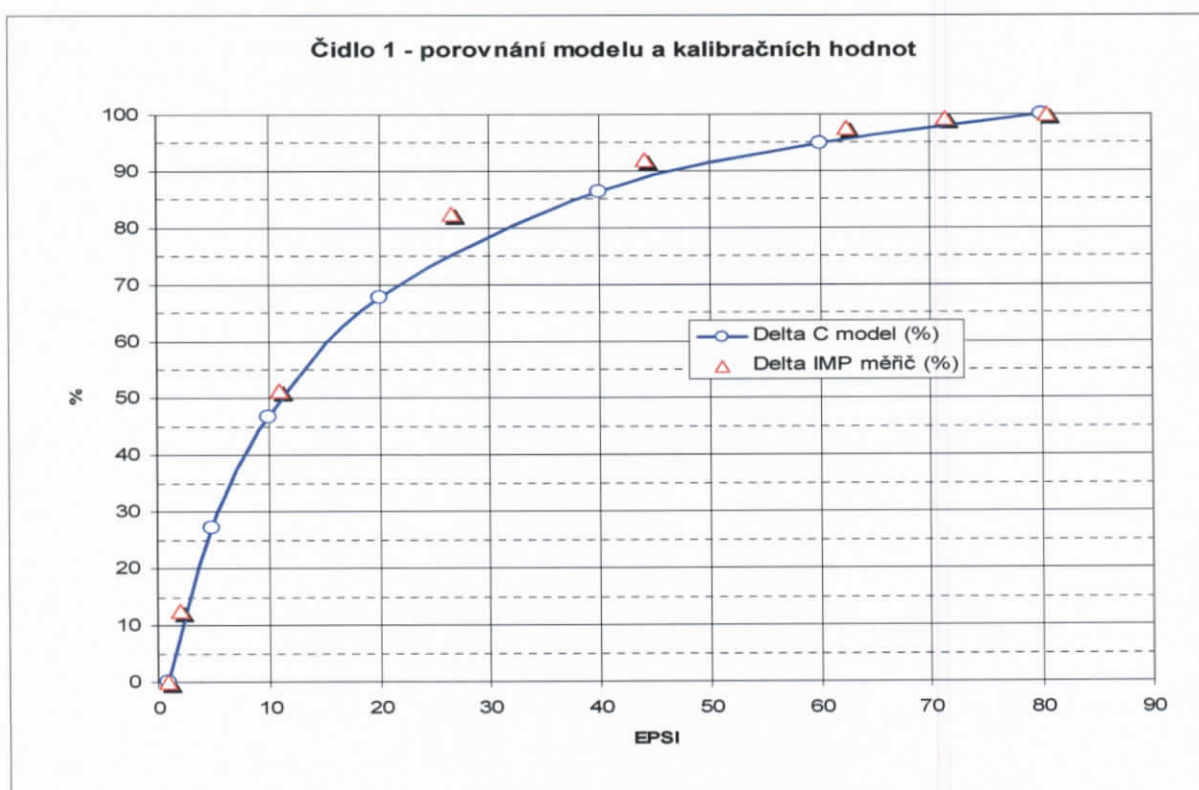


Obr. 4 Porovnání linearity čidel

Z porovnání linearity vyplývá, že čidlo 2 má poněkud lineárnější průběh než čidlo 1. (tenčí izolační vrstva). Zcela lineární by byl průběh bez izolačních vrstev, což ovšem nelze z technických důvodů realizovat.

2.2. Kalibrace měřicích čidel.

Kalibrace čidel byla provedena při ponoření čidla do vodního roztoku dioxanu pro různé hodnoty dielektrické konstanty. Výsledky byly porovnány s průběhem získaným numerickým modelem. Porovnání experimentálně získaných průběhů s numerickým modelem je uvedena na obr. 5.



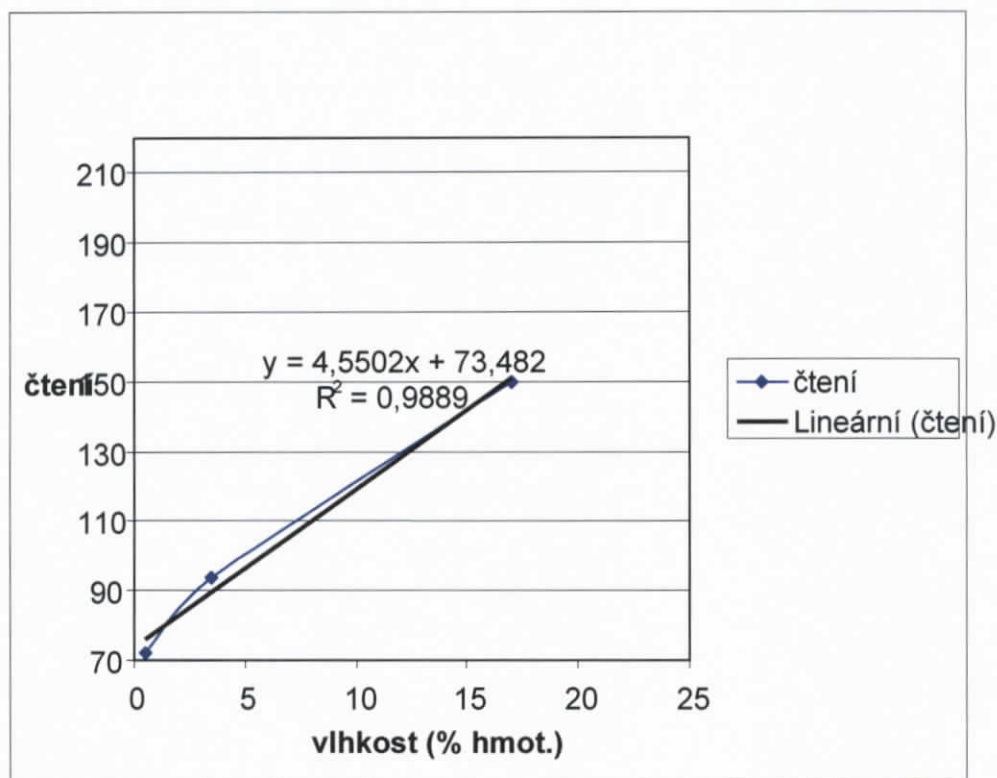
Obr. 5 Kalibrační čára – porovnání experimentálních a modelových hodnot

3. Popis experimentálních prací a výsledky měření.

Případová studie byla zpracovávána pro modelové území Praha Karlín, které bylo výrazně ovlivněno záplavami v roce 2002. Naším cílem bylo stanovit stupeň vlivu vysoké hladiny podzemní vody, respektive jejího kolísání, na vlhkost sklepních zděných konstrukcí v této lokalitě. V návaznosti na další měření byla prováděna vlhkovostní měření ve sklepních prostorách domu v Křižíkově ulici, Praha 8. V průběhu měření byla také průběžně monitorována výška hladiny podzemní vody.

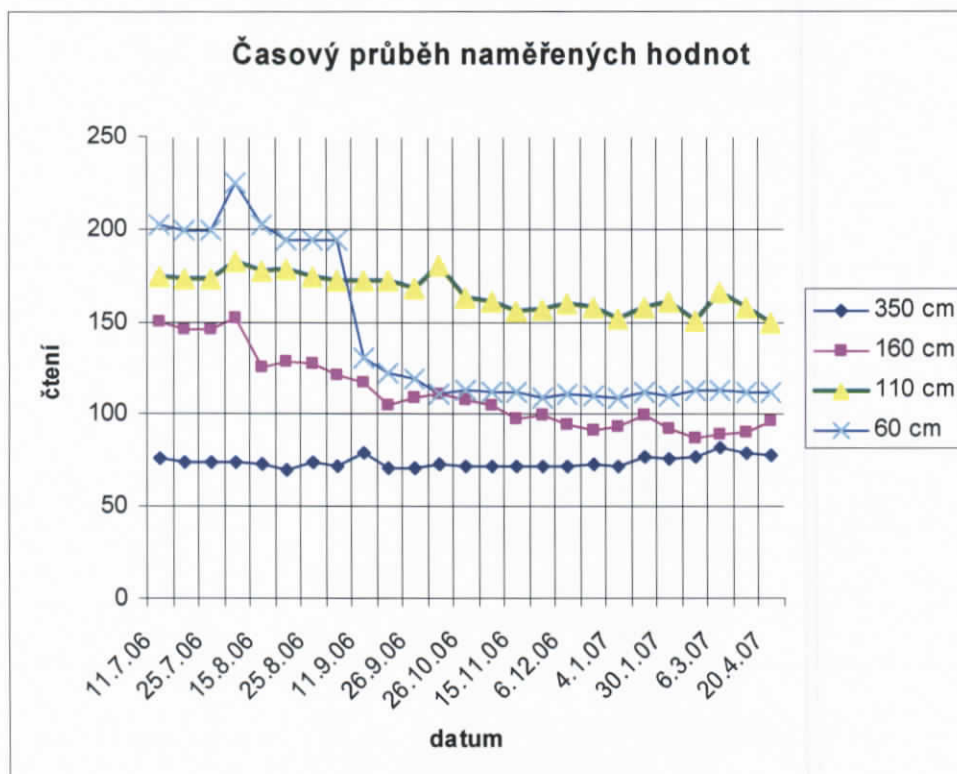
Do spar cihelného zdiva byla osazena čidla dle obr. 2 s krycí vrstvou 0,5 mm ve svislici ve výšce od podlahy: 60 cm, 110 cm, 160 cm a 350 cm. Čidla byla osazena

do sádry, která tedy tvořila kontaktní materiál. Po předběžné kalibraci a ověření čidel byla prováděna měření vlhkosti v období od 12. 7. 2006 do 20.4. 2007 v cca 2-týdenních intervalech. Na závěr měření byly odebrány z příslušných úrovní vzorky cihel, u kterých byla stanovena vlhkost gravimetrickou metodou. Tyto údaje byly použity pro kalibraci měrných čidel. Kalibrační čára je uvedena na obr. č. 6.



Obr. 6 Kalibrační čára vlhkostních čidel

Jak plyne z uvedené závislosti, citlivost čidel na změny vlhkosti je velmi dobrá, nedostatkem je samozřejmě malý počet kalibračních bodů. V daném případě ovšem z technických důvodů nebylo možné získat více porušených vzorků pro kalibraci. Nicméně na základě této kalibrační čáry je možné interpretovat výsledky popsaného měření a učinit závěry o příčinách nadměrné vlhkosti objektu. Výsledky měření plynou z obr. č. 7. V úrovni 350 cm nad podlahou sklepa zůstala vlhkost prakticky po celou dobu měření konstantní, pouze s mírnými výkyvy. Její hodnota se tedy pohybovala v úzkém rozmezí 2-3% hmotnostní. V úrovni 160 cm se vlhkost na počátku měření pohybovala v rozmezí 15-20% s tím, že docházelo k jejímu plynulému poklesu na hodnotu blízkou 3%, tedy prakticky bylo zdivo vysušené. Zajímavý průběh rozdělení vlhkosti byl naměřen u výšky 110 cm, kde bylo zdivo po celou dobu měření značně vlhké, vlhkost se pohybovala nad 20% hmot. S poměrně malými výkyvy. Naproti tomu u výšky 60 cm, kde bylo zdivo na počátku měření velmi vlhké (vlhkost nad 25% hmot.), došlo v průběhu měření k značnému poklesu vlhkosti, až na hodnoty kolem 8-9% hmot.



Obr. 7 Časový průběh naměřených hodnot pro jednotlivé úrovně nad podlahou sklepního objektu

4. Závěry.

Výsledky měření a kalibrace vlhkostních čidel plně prokázaly použitelnost metody měření a vyvinutých čidel pro stacionární dlouhodobé měření vlhkosti porézních stavebních materiálů. V daném případě bylo prokázáno, že zvýšená vlhkost zdiva ve sklepním prostoru v Praze Karlíně je způsobena zřejmě špatnou izolací zdi v prostoru dvora (viz vlhkost ve výšce 110 cm). Neprokázal se zde vliv vztlínání z hladiny podzemní vody.

Seznam použité literatury.

1. Kuráž, V., Matoušek, J., Litoš, J.: Měření vlhkosti betonových vzorků dielektrickou metodou. Stavební obzor 2000, Vol. 9, No. 2, str. 51-54
2. Manuals of the „Field Precision“, <http://fieldp.com>.
3. Kuráž, V.: Měření v půdní fyzice. Habilitační práce, FSv ČVUT, 1990.
4. Kuráž, V., Matoušek, J.: Numerical Modelling and Experimental Verification of Plate Electrodes for Dielectric Measurement of Water Content in Porous Materials. Proc. of the Second International Symposium on Soil Water Measurement, Beltsville, Maryland, 2007.
5. Brož, J.: Základy fyzikálních měření II(B), SPN Praha 1974

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ KONSTRUKČNÍ VRSTVY Z POPÍLKOVÉHO STABILIZÁTU V ROCE 2007

Martin Lidmila

Abstract

This article describes the basic information and the results of using of the fly ash stabilizers from the power plant Chvaletice in rail bed structure layers. In the text there are also mentioned the results of geotechnical tests on the fly ash stabilizers layer in the year 2007.

1. Úvod

V dubnu 2005 se Katedra železničních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze podílela v rámci stavby „Opravné práce v žst. Smiřice“ na realizaci zkušebního úseku ve staniční koleji č. 3 – Lidmila, Petrásek (2006). Cílem realizace zkušebního úseku je provozní ověření použití konstrukční vrstvy z popílkového stabilizátu v pražcovém podloží. V článku jsou uvedeny aktuální výsledky polních zkoušek provedených v roce 2007.

2. Popílkový stabilizát

Obecně lze popílkový stabilizát charakterizovat jako směs popílku (nebo pope-la) s pojivem (např. vápno, cement) a vodou. Popílkový stabilizát se zhutňuje obdobně jako zeminy. V čase dochází k nárůstu jeho pevnosti v prostém tlaku.

Pro provozní ověření na zkušebním úseku byl vybrán popílkový stabilizát z Elektrárny Chvaletice ve složení 3 % CaO, 52 % popílku, 25 % energosádrovce a 20 % vody.

Uvedený popílkový stabilizát byl do konstrukce pražcového podloží vložen pro zvýšení únosnosti, tepelné ochrany a nepropustnosti zemní pláně. Podrobné informace o laboratorních vlastnostech popílkového stabilizátu z Elektrárny Chvaletice publikoval Lidmila (2006).

3. Sledování zkušebního úseku

Pro dlouhodobé sledování konstrukční vrstvy z popílkového stabilizátu byl vypracován na dobu pěti let zkušební plán. Hlavní sledované vlastnosti konstrukční vrstvy z popílkového stabilizátu byly zvoleny:

- statické zatěžovací zkoušky na povrchu šterkodrtě,
- statické zatěžovací zkoušky na popílkovém stabilizátu,
- odběry popílkového stabilizátu pomocí technologie vývrtů,
- pevnost v prostém tlaku na zkušebních tělesech vyrobených technologií vývrtů,
- propustnost na zkušebních tělesech vyrobených technologií vývrtů,
- měření GPK měřicím vozíkem KRAB.

Uvedené zkoušky jsou prováděny vždy na jaře a na podzim každého roku. Do současné doby byly provedeny zkoušky v listopadu 2005, dubnu 2006, listopadu 2006, květnu 2007 a listopadu 2007. Pro dlouhodobé sledování chování konstrukční

Martin Lidmila, Ing., Ph.D.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra železničních staveb
Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice
tel.: 224 354 754, fax.: 224 354 755, e-mail: lidmila@fsv.cvut.cz

vrstvy z popílkového stabilizátu byly na zkušebním úseku zvoleny tři měřicí profily označené jako P1 (km 32,978 000), P2 (km 33,108 000) a P3 (km 33,249 000).

4. Provedené práce na zkušebním úseku v roce 2007

Ve dnech 2.5. a 3.5. 2007 bylo provedeno jarní měření na zkušebním úseku. V rámci tohoto měření byly ve třech zkušebních profilech provedeny kopané sondy. V kopaných sondách byly provedeny následující práce:

- statické zatěžovací zkoušky na povrchu šterkodrtě,
- statické zatěžovací zkoušky na popílkovém stabilizátu,
- odběry popílkového stabilizátu pomocí technologie vývrtů,
- odběr vzorku šterkodrti pro stanovení vlhkosti,
- odběr vzorku stabilizátu pro stanovení vlhkosti.

Ve dnech 13.11. a 14.11. 2007 bylo provedeno podzimní měření na zkušebním úseku. V rámci tohoto měření byly ve třech zkušebních profilech provedeny kopané sondy. V kopaných sondách byly provedeny shodné práce jako při jarním měření. Současně došlo k rozšíření prací o měření rázovou zatěžovací zkouškou pomocí lehké dynamické desky LDD 100. Měření bylo prováděno na povrchu kolejového lože, šterkodrti a popílkového stabilizátu.

Cílem rozšíření sledovaných parametrů zkušebního úseku o měření rázových zatěžovacích zkoušek, bylo ověřit možnost využití této metody pro další sledování zkušebního úseku.

5. Statická zatěžovací zkouška

Postup statické zatěžovací zkoušky, vyhodnocení a zkušební zařízení jsou podrobně uvedeny v předpise ČD S4, Příloha 5 „Zjišťování modulu přetvárnosti“.

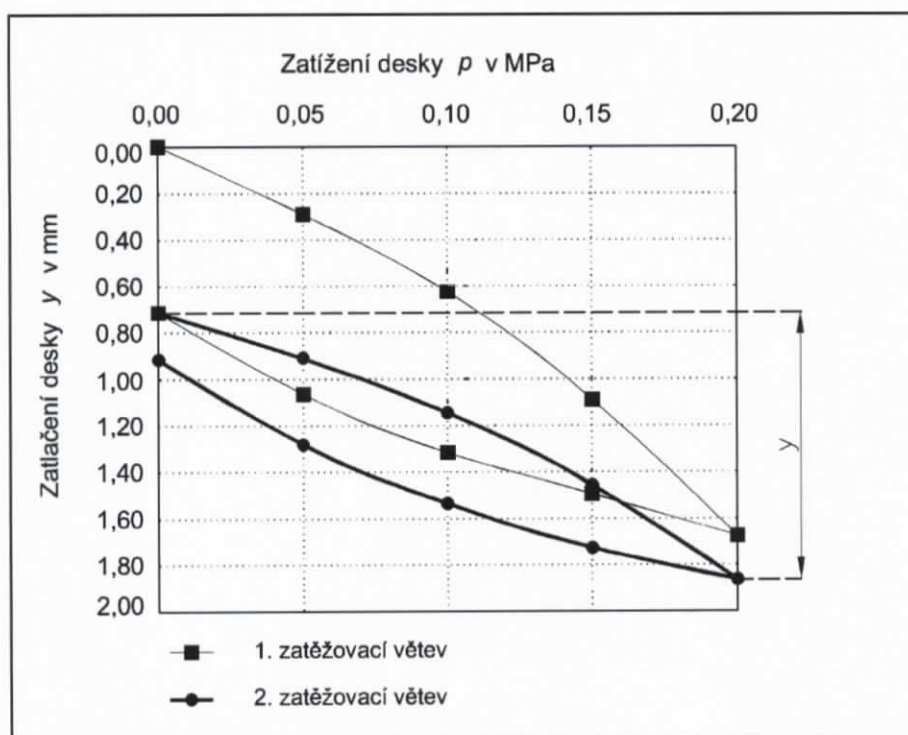
Pro provedení statické zatěžovací zkoušky je potřeba tuhá kruhová deska o průměru 300 mm, hydraulický lis, siloměr, indikátorové hodinky pro stanovení zatlačení desky, protizátěž a další pomůcky.

Principem statické zatěžovací zkoušky je sledování deformace podloží y pod deskou při jejím stupňovitém zatěžování. Po dosažení předepsaného maximálního zatížení p pro zatěžovanou vrstvu se zatěžovací deska stupňovitě odlehčí na nulu. Celkem se provádí dva zatěžovací a odlehčovací cykly. Příklad průběhu statické zatěžovací zkoušky k určení statického modulu přetvárnosti je na *obr. 1*.

Ze zjištěného zatlačení se vypočte statický modul přetvárnosti E v MPa dle vzorce:

$$E = \frac{1,5 \times r \times p}{y} \quad (1)$$

kde	r	je	poloměr zatěžovací desky $r = 0,15$ m,
	p		měrný tlak na zatěžovací desku, standardně na povrchu konstrukční vrstvy $p = 0,20$ MPa
	y		celkové zatlačení zatěžovací desky zjištěné při druhém zatěžovacím cyklu



Obr. 1 Příklad průběhu statické zatěžovací zkoušky

6. Rázová zatěžovací zkouška

Rázová zatěžovací zkouška je nedestruktivní metoda zkoušení konstrukčních vrstev vozovek. V oblasti železničních staveb není tato zkouška zakotvena v žádném předpisu, a proto jsou její výsledky pouze orientační. Výhodou této zkoušky je její rychlost provedení.

Princip zkoušky je založen na rázovém pulzním zatížení povrchu zkoušeného prostředí. Rázová síla o velikosti 7,07 kN je vyvozena pádem závaží o hmotnosti 10 kg na kruhovou desku o průměru 300 mm. Doba rázového pulsu je 18 ms. Kruhová deska je vybavena akcelerometrem pomocí kterého se sledují svislé průhyby zkoušeného povrchu. Ze zjištěného zatlačení zkušební desky se vypočte rázový modul deformace M_{vd} v MPa dle:

$$M_{vd} = \frac{F}{d \times y_{el}} \times (1 - \mu^2) \quad (2)$$

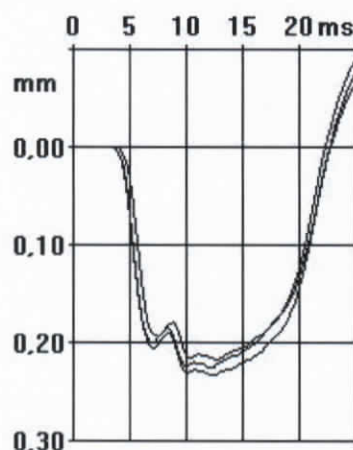
kde y_{el} je velikost pružného průhybu pod středem zatěžovací desky v mm,

μ Poissonovo číslo,
 F velikost rázové síly v N,
 d průměr zatěžovací desky v mm.

Příklad průběhu rázové zatěžovací zkoušky k určení statického modulu přetvárnosti je na obr. 2.

Vyhodnocení rázové zatěžovací zkoušky

Začátek měření: 14.11.07 12:20
 Číslo zkoušky: 2
 Typ zařízení: LDD100 v.č. 172
 Poissonovo číslo: 0,25

**Výsledky měření**

1. ráz	0,226 mm
2. ráz	0,235 mm
3. ráz	0,219 mm
stř. vých	0,227 mm
M _{vd}	97,3 MPa

Obr. 2 Příklad průběhu rázové zatěžovací zkoušky na povrchu šterkodrtě

7. Postup měření rázového modulu deformace

Vlastní měření rázových modulů deformace M_{vd} bylo provedeno dle normy ČSN 73 6192 „Rázové zatěžovací zkoušky vozovek a podloží“. Pro měření byla použita lehká dynamická deska LDD 100, kterou vyrobila firma ZBA GeoTech, s.r.o., Nové Město nad Metují. Toto zařízení patří dle ČSN 73 6192 do rázových zařízení skupiny C.

V místě kopané sondy byl nejprve na povrchu kolejového lože změřen rázový modul deformace. Po prohloubení sondy na úroveň povrchu konstrukční vrstvy ze šterkodrtě a po provedení statické zatěžovací zkoušky byl změřen rázový modul deformace. Dále byla sonda prohloubena na úroveň povrchu popílkového stabilizátu. Po provedení statické zatěžovací zkoušky na popílkovém stabilizátu byl měřen rázový modul deformace.

8. Výsledky měření statických modulů přetvárnosti a rázových modulů deformace

Výsledky měření modulů přetvárnosti a rázových modulů deformace provedených v roce 2007 jsou shrnuty v tab. 1.

Naměřené hodnoty poklesů y ze statických zatěžovacích zkoušek a hodnoty poklesů y_{el} z rázových zatěžovacích zkoušek jsou uvedeny v tab. 2.

Měřicí profil	Jaro 2007		Podzim 2007	
	Statický modul přetvárnosti E v MPa	Rázový modul deformace M_{vd} v MPa	Statický modul přetvárnosti E v MPa	Rázový modul deformace M_{vd} v MPa
P1 (kolejové lože)	-	-	-	38,3
P2 (kolejové lože)	-	-	-	45,6
P3 (kolejové lože)	-	-	-	52,4
P1 (štěrkodrt)	187,5	-	160,7	66,1
P2 (štěrkodrt)	153,0	-	136,4	60,7
P3 (štěrkodrt)	187,5	-	150,0	97,3
P1 (stabilizát)	642,9	-	Chybné měření	139,7
P2 (stabilizát)	450,0	-	1500,0	158,7
P3 (stabilizát)	397,1	-	1125,0	163,2

Tab. 1 Přehled výsledků měření statických modulů přetvárnosti a rázových modulů deformace

Měřicí profil	Podzim 2007			
	Tloušťka vrstvy v mm	Průměrná tloušťka vrstvy v mm	pokles y v mm (statická zatěžovací zkouška)	pokles y_{el} v mm (rázová zatěžovací zkouška)
P1 (kolejové lože)	0,33	0,34	-	0,591
P2 (kolejové lože)	0,34		-	0,512
P3 (kolejové lože)	0,35		-	0,445
P1 (štěrkodrt)	0,27	0,33	0,28	0,334
P2 (štěrkodrt)	0,36		0,33	0,364
P3 (štěrkodrt)	0,37		0,30	0,227
P1 (stabilizát)	-	min. 0,20 ^{x)}	Chybné měření	0,167
P2 (stabilizát)	-		0,03	0,147
P3 (stabilizát)	-		0,04	0,143

x) minimální projektovaná hodnota

Tab. 2 Výsledky poklesů y ze statických zatěžovacích zkoušek a poklesů y_{el} z rázových zatěžovacích zkoušek

9. Zhodnocení výsledků

Výsledky statických zatěžovacích zkoušek na povrchu konstrukční vrstvy prokázaly, že konstrukční vrstva je již plně konsolidována a rozdílné hodnoty v období jaro/podzim ovlivňuje aktuální vlhkost. Při statických zatěžovacích zkouškách byla dosažena průměrná hodnota poklesu zkušební desky $y = 0,30$ mm. U rázových zatěžovacích zkoušek byla dosažena průměrná hodnota poklesu zkušební desky $y_{el} = 0,31$ mm.

Výsledky statických zatěžovacích zkoušek na povrchu popílkového stabilizátu prokázaly, že i po 920 dnech od výstavby, dochází k nárůstu modulů přetvárnosti. Na

vrstvě popílkového stabilizátu byla dosažena při statických zatěžovacích zkouškách průměrná hodnota poklesu zkušební desky $y = 0,04$ mm. U rázových zatěžovacích zkoušek byla dosažena průměrná hodnota poklesu zkušební desky $y_{el} = 0,15$ mm

10. Závěr

Z uvedených výsledků vyplývá, že:

- na vrstvě štěrkodrti o průměrné tloušťce 0,33 m byla dosažena velice dobrá shoda poklesů naměřených metodou statické zatěžovací zkoušky a metodou rázové zatěžovací zkoušky,
- konstrukční vrstva ze štěrkodrti je již plně konsolidována a je předpoklad, že statický modul přetvárnosti se bude v dalších obdobích pohybovat v intervalu 140,0 MPa až 180 MPa,
- na vrstvě z popílkového stabilizátu o projektované tloušťce 0,20 m nebyla dosažena shoda poklesů naměřených metodou statické zatěžovací zkoušky a metodou rázové zatěžovací zkoušky, hodnoty poklesů naměřených metodou rázové zatěžovací zkoušky jsou cca 4× vyšší poklesy zjištěné metodou statické zatěžovací zkoušky.

V roce 2008 bude sledování zkušebního úseku rozšířeno o provádění rázových zatěžovacích zkoušek pomocí lehké dynamické desky LDD 100.

Literatura

- LIDMILA, M., PETRÁSEK, A, 2006: Aplikace popílkového stabilizátu při sanaci pražcového podloží, NŽT 1/2006, ISSN 1210, str. 19-25.
- LIDMILA, M., 2005: Disertační práce. Ekologické využití vedlejších energetických produktů v konstrukci pražcového podloží, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 143 s.
- LIDMILA, M., 2006: Použití popílku v konstrukci tělesa železničního spodku, Seminář „Železniční dopravní cesta 2006“ – Sborník přednášek, Ostrava, 2006, ISBN 80-85104-85, str. 64-72.
- ČSN 73 6192: Rázové zatěžovací zkoušky vozovek a podloží, Český normalizační institut, Praha, 1996.
- Předpis ČD S4: Železniční spodek, České dráhy, účinnost od 1. 7. 1998.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

MAKROEKONOMICKÉ A MIKROEKONOMICKÉ FUNKCE KOMODITNÍ BURZY

Jan Gazda – Václav Liška

Abstract

The aim of this paper is to give a basic information about the commodity exchanges. A commodity exchange fulfills three main functions in the economy – informational, commercial and price-making function. The volume of the trades closed at the derivative commodity markets overtops many times the volumes of the physical goods traded worldwide. However, the largest part of the trades with derivatives takes place at the markets with the underlying assets being interest rates or currencies.

1. Úvod

Tento článek navazuje na předchozí příspěvek do workshopu 2005, týkající se českých komoditních burz a jejich postavení v české ekonomice, zejména v návaznosti na očekávané legislativní změny. Komoditní burza plní tři základní funkce, z nichž každá má rozměr jak makroekonomický, tak makroekonomický a působí ve vzájemné shodě:

- informační funkce
- obchodní funkce
- cenová funkce

2. Informační funkce

Informační funkce komoditní burzy je založena na sbírání, zpracování a poskytování veřejně dostupných informací o vývoji trhu s určitým zbožím, se kterým se na burze obchoduje. Mezi takové informace patří všeobecné a obchodní burzovní informace.

Všeobecné burzovní informace, ať již přímo či zprostředkovaně publikované burzou, jsou zaměřeny na:

- množství (např. předpokládanou úrodu)
- stav zásob
- faktory ovlivňující nabídku (např. angažovanost státu)
- faktory ovlivňující poptávku (např. celková spotřeba, spotřební preference, rozvoj výroby)
- míru inflace
- míru nezaměstnanosti
- politickou situaci v největších produkčních a spotřebitelských zemích

Václav Liška, Doc., Ing., Dr.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra společenských věd

Thákurova 7, 166 29, Praha 6 – Dejvice

Tel: e-mail: vaclav.liska@fsv.cvut.cz

Jan Gazda, Mgr.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra společenských věd

Thákurova 7, 166 29, Praha 6 – Dejvice

Tel: e-mail: gazda@fsv.cvut.cz

Mezi obchodní burzovní informace patří:

- vývoj burzovního obratu v daném časovém úseku
- vývoj otevřených pozic, tj. uzavřených obchodů, které nebyly ještě likvidované proti obchodům ve formě finančního vypořádání nebo fyzické dodávky zboží
- vývoj burzovních cen, kurzů jako vyjádření průměrně dosahovaných cen nebo posledně dosažené ceny (closing price)
- nejvyšší a nejnižší cena od počátku obchodování s kontraktem a v daném burzovním dni

Z makroekonomického pohledu dávají burzovní informace příslušným orgánům státní správy údaje o vývoji nabídky a poptávky a o vývoji cen nejzákladnějších nebo sledovaných komodit s dostatečným časovým předstihem. Skutečnost, že tyto komodity ovlivňují další sektory ekonomiky (zpracovatelský průmysl, dovoz a vývoz) umožňuje přijmout makroekonomická regulační opatření a to ve dvojím smyslu:

- jak ovlivnit vývoj nabídky a poptávky burzovních komodit tak, aby se zabránilo negativnímu cenovému dopadu na další sektory ekonomiky,
- jak reagovat v ostatních sektorech ekonomiky na vývoj a nabídku cen burzovních komodit.

Mimořádně významné je zejména časové hledisko cenového signálu, které umožňuje účinná opatření.

Z mikroekonomického hlediska podnikatelský subjekt dostává informace o cenách vstupů a výstupů. Může tak s předstihem kalkulovat svoji ziskovost a využíváním burzovních metod obchodování se bránit proti nepříznivým výkyvům v cenách. Na základě těchto informací může zvolit vlastní produkční a obchodní strategii a odvozovat i vlastní ceny od burzovních cen.

3. Obchodní funkce

Původně komoditní burza fungovala jako obchodní místo s přesně stanovenými pravidly, které si členové burzy mezi sebou dohodli. Rozvojem dopravy a telekomunikačně oddělených produkčních a spotřebních míst měla koncentrace nabídky a poptávky na jednom místě a v jednom čase velký význam z hlediska zabezpečení vstupu pro výrobu, ale i z pohledu zásobování obyvatelstva. Postupně tento význam ztrácela, přesto se na světových komoditních burzách obchoduje velké množství vybraného burzovního zboží.

Z makroekonomického hlediska je obchodní funkce komoditní burzy významná zejména kvůli transparentnosti obchodních podmínek. Z mikroekonomického hlediska je obchodní funkce komoditní důležitá jak z hlediska fyzické realizace (prodej a nákup zboží) tak z hlediska dosahované rovnovážné ceny.

4. Cenová funkce

Z teoretického hlediska se optimální rovnovážná cena dosahuje jen na dokonalém trhu, který se vyznačuje:

- stejnou informací v jednom čase pro všechny subjekty, které jsou na ní zainteresované,
- velkým množstvím subjektů s protichůdnými ziskovými zájmy, kteří chtějí tyto informace využít,
- různou měrou směru vývoje cen (růst nebo pokles) i mírou cenové změny (o kolik).

Teoretický model dokonalého trhu se prakticky nedá vytvořit. Rozvinutá komoditní burza se však k němu nejvíce přibližuje. Kromě toho, že burzovní komoditní trh je veřejný, centralizovaný a regulovaný, a tedy přirozeně přehledný, poskytuje určitou garanci. Burzy navíc mají snahu zabránit možným negativním praktikám brokerských firem, tj. bojují proti manipulaci trhu. Zakazují fingované nabídky a poptávky, dopředu dohodnuté obchody a nekonkurenční způsob oznamování nabídky a poptávky. Toto všechno vede k tvorbě všeobecně akceptovatelné ceny. Právě proto je cenotvorná funkce komoditní burzy v současnosti dominantní.

Cena na burze je výsledkem koncentrované nabídky a koncentrované poptávky. Ty jsou zase projevem různých strategií produkčních, skladovatelských, obchodních a spotřebních subjektů. Navíc do procesu vstupují cenoví spekulanti přímo na burze (členové burzy) i mimo ní (instituce nebo soukromé subjekty). Výsledkem v podmínkách koncentrované nabídky a poptávky je rovnovážná cena a to i na dlouhé období dopředu.

Krátkodobý i dlouhodobý vývoj burzovních cen je zřetelným signálem pro makroekonomickou politiku v monetárně-finančním sektoru i v reálném sektoru ekonomiky. Rozsah a míra opatření závisí přirozeně od tvůrců hospodářské politiky.

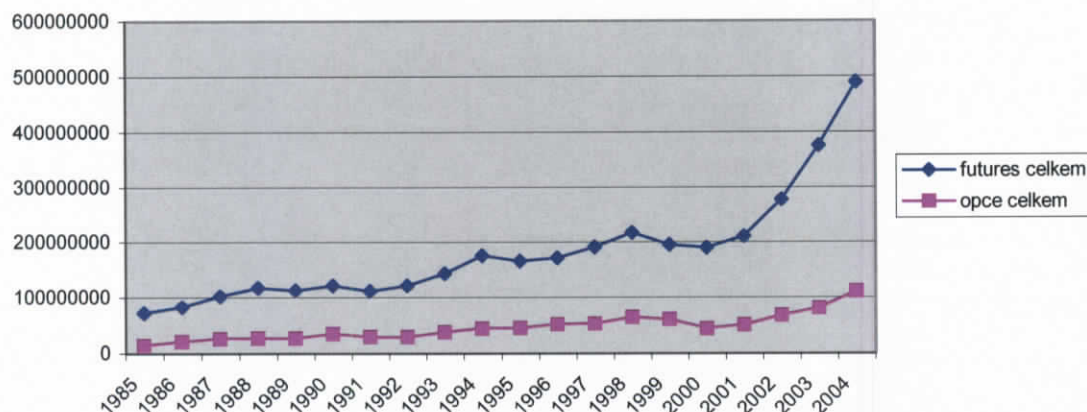
Z mikroekonomického hlediska mají burzovní ceny ještě větší význam. Přímou nebo zprostředkovaně ovlivňují velikost a míru zisku konkrétních podnikatelských subjektů na burze i mimo ni.

5. Komoditní a derivátové obchody a světová ekonomika

Stanovit vlastní objem aktiv v oblasti derivátů je velmi obtížné. Uskutečňují se nejen na burzách, ale také na trzích OTC (over the counter, přes přepážku, tj. mimo organizované trhy na základě dvoustranných obchodních ujednání). Organizované trhy si tvrdě konkurují, aby získaly zákazníky, přičemž základním nástrojem tohoto konkurenčního boje je rozšiřování nabídky obchodovaných nástrojů o nové druhy (opce na futures, swapce, standardizované swapy, opce na zahraniční cenné papíry) i nová podkladová aktiva.

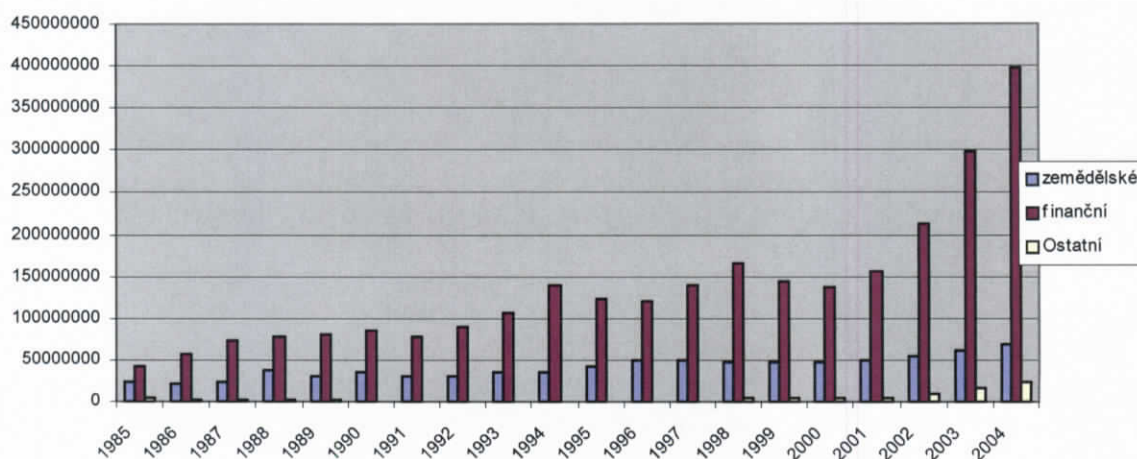
Podívejme se na mezinárodně srovnatelné údaje, které jsou k dispozici. Existují vcelku dobré informace o obchodování s deriváty na burzách. Burzy publikují přesné údaje rozdělené podle jednotlivých nástrojů, a to o počtu a pomyslné hodnotě kontraktů sjednaných každý měsíc, jakož i stav pomyslné hodnoty kontraktů na konci každého měsíce. V případě obchodování OTC však existují pouze pololetní údaje o pomyslné hodnotě swapů a příbuzných kontraktů (FRA, opce na úrokovou míru), se kterými se obchodovalo během daného období a které existují na konci daného období. Navíc jsou tato data získávána pomocí dobrovolných hlášení členů International Swaps and Derivatives Association (ISDA). Počet institucí, které hlásí údaje, se poněkud mění a k dispozici jsou výsledky až s devítiměsíčním zpožděním. Neexistuje tedy souhrnné hlášení o derivátech (zejména o některých typech opcí), se kterými se na trzích OTC obchoduje.

Pokud jde situaci na derivátových burzách, určitou představu o vývoji v oblasti futures a opcí si lze udělat pohledem na následující graf, který ukazuje dynamiku vývoje obchodování s těmito nástroji v průběhu posledních dvaceti let na největší derivátové burze světa, Chicago Board of Trade, CBOT (představuje zhruba třetinu všech derivátových obchodů na světě).

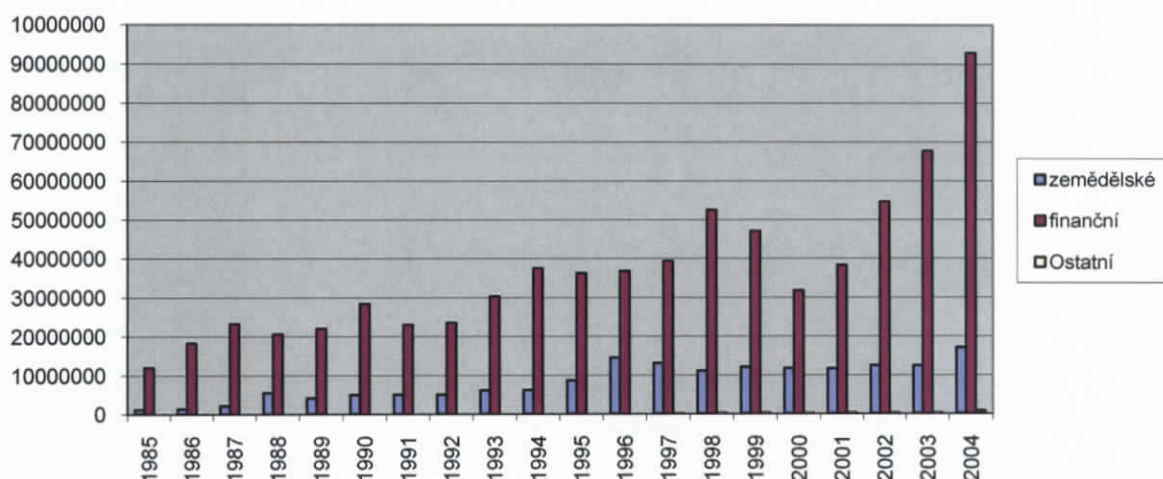


Obr. 1 Obchodování s opcemi a futures na CBOT za roky 1985 – 2004, v počtech kontraktů, zdroj: CBOT

Vidíme, že posledních dvacet let bylo ve znamení dramatického nárůstu zejména obchodovaných objemů kontraktů futures, zatímco zobchodované opce narůstaly jen zvolna, přičemž tento rozdíl se začal dramaticky zvyšovat zejména v posledních letech. Kořeny tohoto jevu lze možná spatřovat v měnící se mentalitě účastníků trhu, která začíná být více přitahována ziskovými možnostmi spojenými s pákovým efektem typickým pro trhy futures. Pokud jde o druhovou strukturu jednotlivých instrumentů, převládají finanční deriváty.



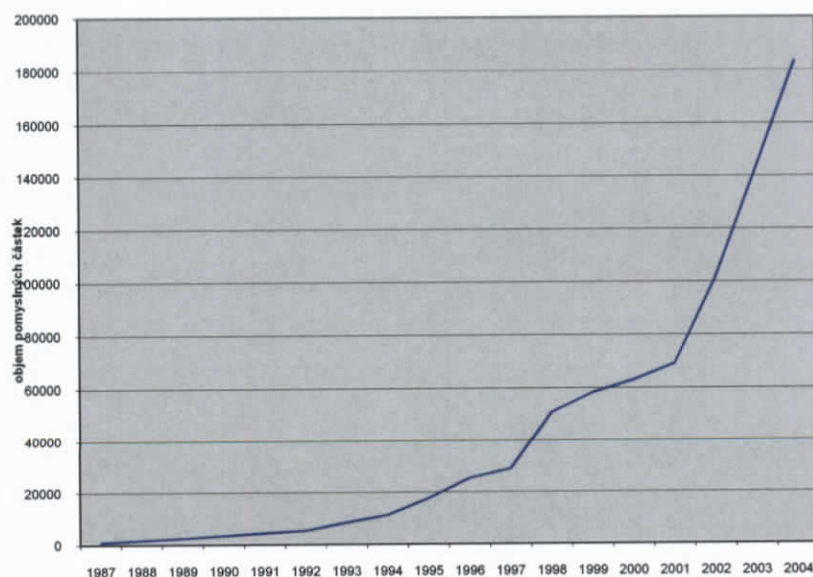
Obr. 2 Futures podle jejich podkladových aktiv (v počtech kontraktů), zdroj: CBOT



Obr. 3 Opce podle jejich podkladových aktiv (v počtech kontraktů), zdroj: CBOT

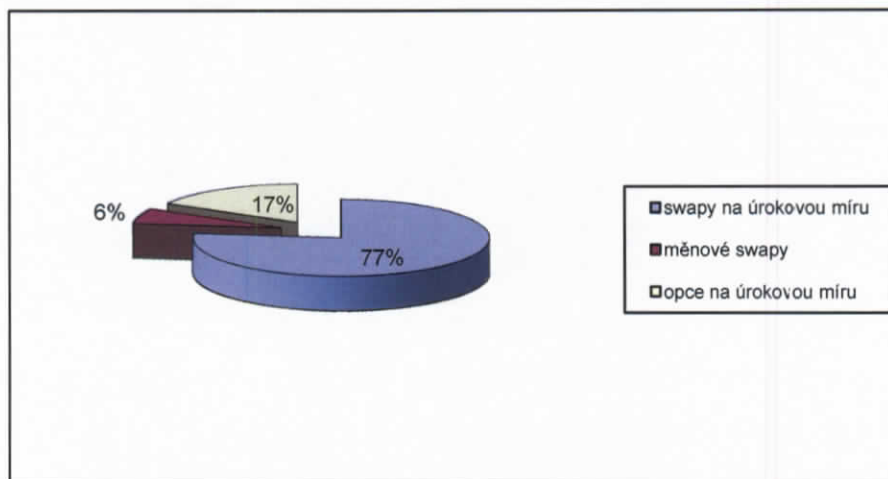
Největší část z finančních futures a opcí představují nejrůznější úrokové deriváty (zhruba 66%) , zbytek představují zejména měnové deriváty a deriváty, jejichž podkladovým aktivem jsou cenné papíry nebo jejich indexy. Malý podíl ostatních podkladových aktiv je způsoben i tím, že některé komodity jsou primárně obchodovány na specializovaných burzách, nicméně i v globálním měřítku zůstává uvedený poměr mezi jednotlivými deriváty podle podkladových aktiv zachován.

Podobný vývoj v oblasti derivátů byl samozřejmě zaznamenán i na trzích OTC. Podle údajů ISDA činila pomyslná hodnota derivátových obchodů na konci roku 2005 183,5 biliónu dolarů. Velká většina kontraktů byla na úrokovou míru. Pokud toto číslo porovnáme s celkovým světovým HDP ve výši 62 bil. dolarů (v paritě kupní síly), získáme alespoň přibližnou představu o tom, jakého rozsahu termínované a opční obchody v současné době dosahují. Vývoj objemu obchodů na OTC trzích zachycuje následující graf.



Obr. 4 Vývoj objemu obchodů na OTC (pomyslné částky v mld. dolarů)
pramen: ISDA

Co se týče druhové skladby obchodů na trzích OTC, podobně jako v případě organizovaných trhů převažují instrumenty zaměřené na úrokové nástroje. Na následujícím grafu je pro ilustraci zanesena struktura trhu OTC derivátů v roce 1997.



Obr. 5 Struktura OTC trhu derivátů v roce 1997 (podle objemu pomyslných částek), pramen: ISDA

Vzhledem k povaze obchodování na derivátových burzách je samozřejmé, že skutečně zobchodované objemy jsou mnohonásobně nižší než činí pomyslné částky. Určitou představu o objemech reálných peněžních částek můžeme ovšem získat nepřímo. Např. velikost jednoho kontraktu s kukuřicí na CBOT je 5000 bušlů, což při ceně 2 dolary za bušl dává pomyslnou částku 10 000 dolarů, nicméně investor zaplatí pouze něco okolo 470 dolarů za kontrakt. Průměrná hodnota opčního a termínového kontraktu je ovšem trochu vyšší než u kukuřice a tomu odpovídají i marginy. Při zhruba 300 miliónech kontraktů obchodovaných na světových burzách v roce 2004 tomu odpovídá reálný obrat finančních prostředků ve výši 250 mld. dolarů jen na organizovaných trzích. Zhruba stejná částka potom charakterizuje finanční toky na trzích OTC. Jinak řečeno, reálný objem prostředků, které skutečně mění majitele na derivátových trzích činí něco mezi 5 a 10 % hrubého domácího produktu USA.

Světová banka pro mezinárodní platby i mnohé jiné mezinárodní finanční instituce nebo finanční ekonomové opakovaně vyjadřují obavy, že operace s deriváty mohou zakrývat problémy u podléhajících aktiv (nebo je v některých případech naopak způsobit). Tento názor vychází ze znovu a znovu se objevujícího fenoménu velkých finančních ztrát mnohých akciových společností, které byly způsobeny nesprávnou zajišťovací strategií a nedostatečným vnitřním kontrolním mechanismem, který umožnil podvodné obchodování. Dalšími příčinami byly přímá (outright) spekulace za účelem zvýšení příjmů v souvislosti se snižováním výnosnosti finančních aktiv. Projevila se také nesprávná kalkulace daňových dopadů při použití derivátů.

Hlasy nejrůznějších odborníků obávajících se hrozeb pro finanční systém sílí zejména v USA. Mezinárodní banky oponují argumentem, že deriváty nabízejí vynikající způsob zajištění s tím, že odpovídající rizika je nutno správně řídit. Potom údajně výhody převažují nad nevýhodami a deriváty skutečně slouží tomu, k čemu byly původně vyvinuty a určeny, tj. k zajištění. Přesto mnoho akciových společností

více než názorně předvedlo, jak lze prostřednictvím derivátů přijít o značné sumy peněz. Stalo se to tím, že společnosti na trhu spekulovaly, namísto aby využily trh s deriváty k zajištění proti nepředvídanému pohybu cen. Notoricky známými příklady jsou společnost Metallgesellschaft nebo ctihodná investiční banka Baring Brothers, která v důvodu ztrát způsobených derivátovými obchody musela ukončit činnost a být převzata konkurencí. Podíl derivátů vyjádřených hodnotou podléhajících aktiv jako podrozvahových položek představuje v mnoha bankách i v celém bankovním sektoru některých zemí 100 % rozvahových položek. Například v první polovině roku 1994 činili pozice mimobilančních obchodů německých bank více než 8200 mld. DM, což představovalo více než 132 % hodnoty rozvah německých bank. Z toho na futures, swapy a opce připadalo 5100 mld. DM, tj. 82 % hodnoty rozvah německých bank. Z těchto derivátů (bez forwardů) 80 % pozic náleželo úrokovým futures, úrokovým opcím a úrokovým swapům.

6. Závěr

Největším problémem v ohodnocení rizika na trhu s deriváty při používání finančních nástrojů a zejména ohodnocení potenciálního rizika mezinárodních bank je měření vlastní velikosti expozice na měnících se trzích. V této oblasti je zatím stále mnoho nejasného. Významně se projevuje skutečnost, že stále větší část mezinárodního financování se provádí prostřednictvím trhu s cennými papíry. Obavy se týkají zejména zastavených aktiv a podmínek mimořádného ukončení kontraktů. Tyto situace se stávají velice aktuální v obdobích nestability na finančních trzích, kdy je velice obtížné stanovit velikost zástavy nebo danou zástavu vůbec získat. Při použití zástav se též objevuje řetězovitý efekt. Vyšší volatilita na finančním trhu může totiž zpětně vyvolat zvýšenou volatilitu zastavených finančních aktiv. To se může týkat nejen konečných uživatelů derivátů (jimiž jsou kupříkladu velké průmyslové podniky zaměřené na export), ale i market makerů (tj. velkých mezinárodních finančních institucí, které na trhu s deriváty představují globální hráče) a celé široké palety ostatních účastníků trhu mezi těmito dvěma extrémy, jako jsou banky, investiční a penzijní fondy a ostatní finanční instituce zapojené do trhu a obchodování s deriváty.

Snahy o vytvoření clearingových systémů pro deriváty obchodované na trhu OTC dávají určitou naději, že při správné konstrukci mohou clearingy snížit riziko nesplnění závazků druhé strany. Existují ale technické a praktické překážky pro rozšíření clearingů právě na trh OTC, zejména vzhledem ke skutečnosti, že transakce jsou šité na míru podle potřeb zákazníků. Další překážkou je ohodnocení mnoha různých instrumentů.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

PROBLEMATIKA BROWNFIELDS V ZÁKONĚ Č.183/2006 O ÚZEMNÍM PLÁNOVÁNÍ A STAVEBNÍM ŘÁDU (NOVÝ STAVEBNÍ ZÁKON) A VE VYBRANÝCH OPERAČNÍCH PROGRAMECH V ČESKÉ REPUBLICE

Alena Mansfeldová, Lenka Pacalová

Abstract

Problematika brownfields není v českém právu systematicky ošetřena. Příspěvek obsahuje rozbor základních právních norem a dokumentů: nového Stavebního zákona a operačních programů týkajících se regenerace brownfields v České republice.

1. Nový Stavební zákon – rozbor z hlediska problematiky územního plánování a brownfields

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon) nabyl účinnosti 1. lednem 2007.

Oproti předchozí právní úpravě:

- neobsahuje pasáž o vyvlastňovacím řízení - toto je upraveno Zákonem č. 184/2006 Sb. o odnětí nebo omezení vlastnického práva k pozemku nebo ke stavbě (Zákon o vyvlastnění)
- do úvodních částí byla přesunuta jednak terminologie, jednak společná ustanovení o výkonu veřejné správy na úseku stavebního zákona

Základní cíle nové právní úpravy na úseku územního plánování jsou zejména:

- zajišťovat trvale udržitelný rozvoj v území
- stanovit jasná pravidla pro povolování změn ve využívání území včetně přípravy staveb
- usnadnit možnosti změn ve využívání území v případech, kdy je pro toto území schválená územně plánovací dokumentace a zpřísnit podmínky pro tyto změny tam, kde schválená územně plánovací dokumentace není
- vytvořit harmonizovanou soustavu nástrojů územního plánování v působnosti vlády, krajů a obcí
- založit koordinovaný systém státní správou garantovaných informací o území
- upravit všechny postupy rozhodování o území jakou veřejné a zajistit přístup veřejnosti ke všem informacím a příslušné prostředky právní ochrany
- zjednodušit územní řízení ve státem stanovených případech
- změnit spolupůsobení dotčených správních úřadů na úseku územního plánování a rozhodování sporů mezi nimi
- vytvořit předpoklady pro spolufinancování veřejně užívané infrastruktury v území
- upravit možnost majetkoprávních změn s cílem umožnit intenzivní využívání území vhodného k zastavění

Předmět úpravy a vymezení pojmů na úseku územního plánování

Zákon upravuje:

- postavení, působnost, pravomoc a součinnost orgánů územního plánování a požadavky na autorizaci k činnostem právnických a fyzických osob na úseku územního plánování
- nástroje územního plánování, kterými jsou:
 - územně plánovací podklady – územně analytické podklady
– územní studie
 - politika územního rozvoje – nově zaváděný nástroj; jejím účelem je stanovit úkoly územního plánování v celorepublikových, mezinárodních a přeshraničních souvislostech, zejména s ohledem na podmínky udržitelného rozvoje a určit strategii pro naplňování těchto úkolů, zejména ve vztahu přírodního a antropogenního prostředí
 - územně plánovací dokumentace – zásady územního rozvoje
– územní plán
– regulační plán
 - územní rozhodnutí
 - územní řízení
 - územní opatření o stavební uzávěře a územní opatření o asanaci území
 - úprava vztahů v území: předkupní právo, náhrada za změnu v území
- součinnost dotčených správních úřadů, které chrání veřejné zájmy podle zvláštních předpisů, včetně řešení rozporů mezi nimi
- postavení, práva a povinnosti všech subjektů, které se zúčastní procesu územního plánování (včetně občanských sdružení, sdružení podnikatelů apod.) a odbornou pomoc veřejnosti
- předpoklady změn vlastnických vztahů, podmiňujících využití území ve veřejném zájmu s cílem vytvořit právní jistoty a podmínky pro realizaci veřejných potřeb
- evidenci a ukládání dokumentace
- závaznost a vynutitelnost nástrojů územního plánování

Shrnutí:

Nový Stavební zákon měl přinést řadu zlepšení a nových koncepcí:

- urychlení a zjednodušení územně plánovacích procesů jako přípravy pro budoucí investice a rozvoj území, při účinné ochraně území
- urychlení a zjednodušení územního a stavebního řízení a větší efektivitu dohledu nad prováděním staveb
- snazší dostupnost výkonu veřejné správy
- zjednodušení vztahů mezi stavebními úřady a dotčenými správními orgány (úřady); stavební zákon se měl tedy stát oproti stávajícímu stavebnímu zákonu jednodušším, pružnějším, rychlejším a účinnějším. Tohoto záměru se však z podstatné míry nepodařilo dosáhnout a nový stavební zákon svými kořeny spočívá až příliš v předchozí koncepci stavebního práva.

V žádném z uvedených nástrojů územního plánování dle Zákona č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu není problematika „brownfields“ jmenovitě zmíněna. Účinnějšími koncepčními a legislativními nástroji jsou strategické plánování a regionální politika, především:

- Zákon č. 284/2000 Sb. o podpoře regionálního rozvoje
- Operační programy, které jsou uvedeny v další kapitole

2. Přehled operačních programů se vztahem k regeneracím brownfields pro období 2007 - 2013

Pro období **2007 – 2013** je připraveno sedm **operačních programů** (Podnikání a inovace, Životní prostředí, Doprava, Vzdělávání pro konkurenceschopnost, Výzkum a vývoj pro inovace, Lidské zdroje a zaměstnanost, Technická pomoc a Integrovaný operační program), sedm **regionálních operačních programů** (ROP NUTS II Severozápad, Severovýchod, Střední Čechy, Jihozápad, Jihovýchod, Moravskoslezsko, Střední Morava) a dva **operační programy pro Prahu** (Konkurenceschopnost, Adaptabilita).

OP Podnikání a inovace – program obsahuje 22 programů podpory. Regeneraci brownfields se týká zejména program *Nemovitosti*. Má za cíl kromě rozvoje podnikatelských nemovitostí a infrastruktury regenerace brownfieldů pro podnikání. Alokace na období 2007 – 2013 je 8,85 mld. Kč.

OP Životní prostředí – využitelný zejména pro odstraňování ekologických škod a v malé míře i pro regeneraci brownfieldů bez dalšího rozvoje (přetvoření na zelené plochy). Odhadovaná alokace pro podporu na odstraňování starých ekologických zátěží je 776 mil. eur a pro podporu regenerace urbanizované krajiny 518 mil. eur.

Integrovaný OP – není přímo určen na regeneraci brownfieldů. Projekty bude možné realizovat pokud brownfield bude soužití jednak pro rozvoj cestovního ruchu (776 mil. eur) nebo pro aktivizaci kulturních rozvojových zdrojů (264 mil. eur) či revitalizace panelových sídlišť (476 mil. eur).

OP Rozvoje venkova – možnost využití dotací v programech: Zlepšení konkurenceschopnosti zemědělství a lesnictví (748,19 mil. eur), Kvalita života ve venkovských oblastech a diverzifikace hospodářství venkova (565,74 mil. eur) a v programu Leader (156,63 mil. eur)

Regionální OP – podpora pro regeneraci brownfieldů v oblastech věnovaných rozvoji měst, podnikání, venkova a cestovního ruchu. Jednotlivé oblasti podpory umožňují regeneraci a obnovu stávajících nevyužitých nemovitostí a ploch. Rozpočty na jednotlivé ROP okolo 600 mil. eur.

Operační program Podnikání a inovace

Charakteristika programu:

Operační program Podnikání a inovace (OPPI) je hlavním programovým dokumentem politiky hospodářské a sociální soudržnosti v sektoru průmyslu a významným nástrojem realizace Koncepce rozvoje malého a středního podnikání na období 2007 – 2013.

Navazuje na Operační program Průmysl a podnikání (OPPP), který byl vyhlášen po vstupu ČR do Evropské unie pro zkrácené programovací období let 2004 – 2006.

Bude realizován v rámci cíle "Konvergence" a bude se vztahovat na celé území ČR s výjimkou hlavního města Prahy.

Spolufinancován bude z **Evropského fondu pro regionální rozvoj (ERDF)**. OPPI byl vytvořen v návaznosti na hlavní strategické dokumenty ČR (Strategie hospodářského růstu ČR, Strategie regionálního rozvoje, Národní inovační politika

apod.). Program je v souladu s Obecnými zásadami pro politiku soudržnosti Evropské unie 2007-2013 a rozpracovává významnou část strategického cíle Národního rozvojového plánu ČR 2007-2013 "Konkurenceschopná česká ekonomika".

Globální cíl:

Globálním cílem OPPI je zvýšit do konce programovacího období konkurenceschopnost české ekonomiky a přiblížit inovační výkonnost sektoru průmyslu a služeb úrovni předních průmyslových zemí Evropy.

Specifické cíle:

- zintenzivnit aktivitu malých a středních podniků
- zvýšit inovační činnost v průmyslu
- zintenzivnit zavádění inovací, technologií, výrobků a služeb
- zvýšit účinnost užití energií v průmyslu a využití obnovitelných, příp. i druhotných zdrojů energie (vyjma podpory spaloven)
- povzbudit spolupráci sektoru průmyslu s výzkumem a vývojem
- zefektivnit využití lidského potenciálu v průmyslu
- zkvalitnit podnikatelskou infrastrukturu
- zintenzivnit rozvoj poradenských služeb pro podnikání
- zintenzivnit rozvoj informačních služeb pro podnikání

Operační program Životní prostředí

Charakteristika programu:

Operační program Životní prostředí je zaměřen na zlepšování kvality životního prostředí a tím i zdraví obyvatelstva jako nutného předpokladu atraktivnosti a konkurenceschopnosti státu a jeho regionů při využití inovačních efektů politiky životního prostředí pro udržitelný rozvoj.

Operační program Životní prostředí rozpracovává prioritu "Ochrana a zlepšení kvality životního prostředí" prioritní osy "Životní prostředí a dostupnost" Národního rozvojového plánu pro období 2007-2013 a prioritu "Životní prostředí a dostupnost dopravy" Národního strategického referenčního rámce ČR 2007-2013. Prostřednictvím této priority je realizován strategický cíl Národního strategického referenčního rámce "Atraktivní prostředí".

Program bude spolufinancován z **Evropského fondu pro regionální rozvoj a Fondu soudržnosti**.

Strategický cíl programu:

Kvalitní životní prostředí je základem zdraví obyvatel a zároveň přispívá ke zvyšování atraktivity území pro život, práci a investice. Konečným výsledkem investiční atraktivity území je zvyšování zaměstnanosti a konkurenceschopného udržitelného hospodářského růstu v jednotlivých regionech. Ochrana a kvalita životního prostředí jsou také zásadními tématy v rámci realizace politiky hospodářské a sociální soudržnosti EU v programovém období 2007-2013.

Zvyšování přitažlivosti členských zemí, regionů a měst zlepšením jejich přístupnosti, zajištěním odpovídající kvality a úrovně nabízených služeb a zachováním či navýšením jejich potenciálu v oblasti životního prostředí je jedním z nejdůležitějších prvků Strategických obecných zásad Společenství na období 2007 - 2013.

Integrovaný operační program

Charakteristika programu:

Integrovaný operační program je komplementární k připravovaným operačním a regionálním operačním programům. Za tímto účelem definuje intervence v navzájem souvisejících oblastech rozvoje cestovního ruchu, kultury, informační společnosti, péče o zdraví, bydlení a veřejné správy. Vytváří synergický a sjednocující přístup těchto intervencí pro plošné a národně homogenní posílení konkurenceschopnosti a kvality žití ve venkovských a městských regionech napříč ČR.

Integrovaný operační program je spolufinancován z **Evropského fondu pro regionální rozvoj**.

Celková alokace na program: **1553,0 mil. EUR**

Globální cíl:

Globálním cílem Integrovaného operačního programu je zlepšování atraktivity ČR pro život a práci obyvatel a investice, podpora hospodářského růstu a socio-kulturní soudržnosti obyvatelstva prostřednictvím zvýšení kvality, kapacity a dostupnosti systému zdravotní péče, správné a informační infrastruktury, posílení sociální soudržnosti, efektivního využívání nadregionálního potenciálu v oblasti kulturního dědictví, cestovního ruchu a řešením specifických plošných problémů (panelová sídliště).

Specifické cíle:

- zvyšování kvality, dostupnosti, efektivnosti a kapacity veřejné správy a veřejných služeb včetně podpory prevence rizik
- zpřístupnění moderních informačních technologií všem při soustředění na investice do infrastruktury veřejných informačních služeb
- aktivizace cestovního ruchu k posílení udržitelné konkurenceschopnosti a hospodářského růstu v nadregionálním rozměru
- obnova a efektivní využití kulturního potenciálu ČR pro podporu ekonomického a sociálního růstu a zvýšení atraktivity území
- investice do bydlení a do posílení sociální soudržnosti obyvatelstva žijících v oblastech panelových sídlišť
- dynamizace lidského potenciálu s oporou v udržení a zlepšení zdraví obyvatel zvýšením kvality a efektivity systémových opatření v oblasti zdravotní péče

Regionální operační program NUTS II Střední Čechy

Charakteristika programu:

Na rozdíl od sektorových programů, které akcentují oborový přístup řešení problémů, je v ROP uplatněn integrovaný přístup k územnímu rozvoji, tzn. podpora komplexního rozvoje území nebo jeho obnovy. Ve strategii ROP je také zdůrazněna urbánní dimenze, přičemž podpora sítě malých a středních měst jako pólů růstu venkovských oblastí sleduje požadavek harmonického a vyváženého rozvoje území. V neposlední řadě posilují ROP uplatňování principu subsidiarity, neboť se zaměřují zejména na řešení problémů, kterým čelí místní/regionální úroveň.

Regionální operační program NUTS II Střední Čechy bude financován **Evropským fondem pro regionální rozvoj**.

Celková alokace na program: **559,0 mil. €** (12,00% z celkové alokace pro všechny ROPy)

Globální cíl:

Globálním cílem regionu Střední Čechy k roku 2013 je zvýšení HDP na obyvatele na úroveň minimálně 75% průměru EU 25 a zajištění vysoké kvality života obyvatel regionu prostřednictvím zlepšení životního prostředí a dopravní situace v širší suburbánní zóně Prahy a zlepšení kvality života v okrajových územích regionu prostřednictvím rozvoje malých a středních měst jako přirozených pólů ekonomického růstu regionu.

Specifické cíle:

- zajištění vysoké a udržitelné mobility obyvatel při současném snižování negativních dopadů dopravy na životní prostředí
- zvýšení návštěvnosti a místních příjmů z cestovního ruchu
- zlepšení kvality sociální infrastruktury a dostupnosti poskytovaných sociálních služeb
- zvýšení kvality prostředí v urbanizovaných územích a posílení role městských center jako přirozených pólů růstu v regionu.

Podrobný rozbor „prioritních os“ vybraných Operačních programů bude součástí řešení VZ č.4 v r. 2008.

Prameny:

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu
- [2] Agentura pro podporu podnikání a investic CzechInvest;
<http://www.czechinvest.org/>
- [3] Ministerstvo pro místní rozvoj ČR; <http://www.mmr.cz/>
- [4] Ministerstvo životního prostředí ČR; <http://www.env.cz/>
- [5] Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR; <http://www.mpo.cz/>
- [6] Fondy Evropské unie; <http://www.strukturalni-fondy.cz/>
- [7] Oficiální portál pro podnikání a export BusinessInfo.cz; <http://www.businessinfo.cz/cz/>

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

MINIMALIZACE PROVOZNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI INTELIGENTNÍM ŘÍZENÍM PŘIROZENÉHO VĚTRÁNÍ

Lenka Másilková a kol.

Abstract

This entry deals with actual problems of energy savings by natural ventilation intelligent control. As is well known, mechanical ventilation of buildings is the most energy consuming. Temperature difference and wind effect are omnipresent, so why not to use these physical forces in designing naturally ventilated buildings? It provides healthy and comfortable indoor climate, as far as the naturally buildings are intelligently controlled. How much can be operational expenses on energy decreased by intelligent control? Can natural ventilation principle be considered as intelligent system? Furthermore, in this entry term of intelligent system and intelligent architecture is defined. With respect to purpose of use, form, position and condition of building and user himself, solution of natural ventilation intelligent control and minimization operational expenses are transparently analyzed in conclusion.

1. Úvod

Rovnováha hygienických a tepelných požadavků

Pobyt v budovách by neměl být příčinou onemocnění, ale naopak prostředí v budovách by mělo splňovat teplotní a hygienické požadavky zaručující uživatelům dostatečný komfort. Zdravotní problémy vznikající na základě dlouhodobého pobytu v budovách se označují jako „Syndrom nemocných budov“. Ten je obvykle spojován s mechanickými systémy vytápění, větrání a klimatizace, které vyžadují provozní údržbu a spotřebovávají energii. Pro budoucnost z toho plyne, že je jednak třeba používat ekologicky nezávadné materiály, jednak je nutno zabránit principiálním nedostatkům v oblasti větrání a i osvětlení budov.

Nutnost snižování potřeby energie

Jak již bylo zmíněno, u přirozeně větraných budov není třeba pro přemísťování vzduchu žádné energie. Jediná energie, která je potřeba, je energie k ohřátí přiváděného vzduchu během topné sezóny. Potřeba energie narůstá přímo úměrně s intenzitou větrání. Tu ovlivňuje především chování uživatelů, respektive jimi prováděné otevírání oken a dveří. Intenzita přirozeného větrání je funkcí času a závisí na charakteristikách větru a tepelně-technickém stavu budovy.

Limity užití přirozeného větrání budov

Přirozené větrání se jeví jako vyhovující koncepční řešení pro budovy, kterými jsou nízkopodlažní objekty, školy, malé a středně velké kanceláře, rekreační a veřejné budovy v mírných a středních podnebích. Přirozené větrání se zdá cenově efektivnější při srovnání počátečních investic, nákladů na údržbu a provoz u mechanických systémů. Přirozené větrání také nepotřebuje prostory pro strojovnu.

„Přirozené“ ale také znamená, že průběh větrání bude nepravidelný a účinné řízení větrání v budově bude obtížné. Uživatelé bez problémů tolerují kratší období

nepohodlí, když si mohou otevřít v místnosti okna, kterými je zároveň přiváděno dostatečné množství čerstvého vzduchu.

V městském prostředí, kde kvalita vnějšího vzduchu a hladina hluku je nepříjemná, je přirozené větrání nevhodné. Jde o potrubí větších dimenzí než u mechanických systémů. A aby byl systém přirozeného větrání efektivní, je důležité neutěsňovat výplně otvorů ve vnitřních konstrukcích budovy. Takové řešení se ale mnohdy dostává do rozporu s požárními a bezpečnostními směrnici.

Přirozené větrání má svá daná omezení:

- maximální hloubku prostoru;
- rychlost, směr a nárazy větru v místě budovy;
- počet stavů bezvětrí;
- emise ve vzduchu, neboť vzduch není filtrován – prach, hluk, pachy;
- tepelné chování prostoru;
- typy oken i další možnosti otevírání otvorů.

2. Princip přirozeného větrání

Pro pohyb vzduchu uvnitř budovy je nutný rozdíl tlaků mezi interiérem a exteriérem. Odolnost budovy proti proudění vzduchu (tlaková ztráta budovy) ovlivňuje skutečnou rychlost proudění vzduchu. Obvykle jsou řízené přirozené větrání a infiltrace určeny tlakovým rozdílem napříč obalovými konstrukcemi budovy.

Tlakový rozdíl je způsoben:

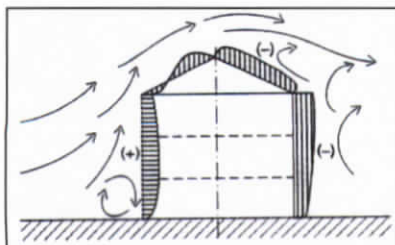
- větrem (větrný efekt);
- rozdílem v hustotě vzduchu v důsledku teplotních rozdílů vnitřního a venkovního vzduchu (šachtový nebo komínový efekt);
- kombinací větrného a šachtového efektu.

3. Působení větru

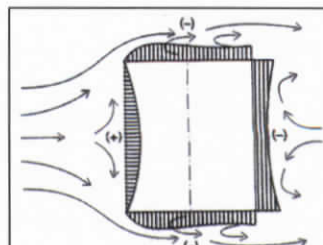
Celoroční statistické přehledy ukazují, že střední rychlost větru je ve střední Evropě v zimě větší než v létě a že v blízkosti mořského pobřeží je mnohem větší než ve vnitrozemí. V zimě a uprostřed léta je střední rychlost větru nižší než v přechodných obdobích, které představuje 60 až 65% celého roku. Z měření také víme, že ve střední Evropě převažují severozápadní až jihozápadní větry.

Roční podíl bezvětrí zcela neodpovídá pravidlům v přímořských oblastech, resp. ve vnitrozemí, ale je zde podstatná i poloha samotného města. Například pokud je budova situována v kotlině, je roční podíl dní bez větru vyšší, než u budovy umístěné na kopci.

Jestliže vítr působí na budovu, vzniká na její návětrné straně přetlak a na odvrácené straně (závětrné) podtlak.



Obr. 1 Boční pohled/ řez



Obr. 2 Půdorys

Tlakové působení větru na budovu

Větrání okny – provětrávání

Přirozené větrání místností umožníme teoreticky odpovídajícím zvětšením výšky místnosti.

Provětrávací	Maximální hloubka místnosti je
jednostranné	< než 2,5násobek světlé výšky místnosti
příčné	< než 5násobek světlé výšky místnosti

Tab. 1 Podmínky přirozeného větrání podle násobků světlé výšky místnosti

Vliv otevření oken na účinnost přirozeného větrání se určuje stupnicí 1 až 5.

	Kategorie	Definice stupnice účinnosti přirozeného větrání	Intenzita výměny vzduchu
1	ŽÁDNÁ AŽ NEPATRNÁ	příliš malá výměna vzduchu, z hygienického hlediska příliš malé množství venkovního vzduchu pro místnosti, ve kterých pobývají lidé	$n = 0,2 \text{ až } 0,8 \text{ h}^{-1}$
2	NEPATRNÁ AŽ DOSTAČUJÍCÍ	na hranici hygienicky nezbytného množství venkovního vzduchu	$n = 0,8 \text{ až } 1,5 \text{ h}^{-1}$
3	STŘEDNÍ	výměna vzduchu je z každého hlediska akceptovatelná	$n = 1,5 \text{ až } 4 \text{ h}^{-1}$
4	VELKÁ	velká výměna vzduchu s výraznou redukcí obsahu CO_2 , případně je třeba ji omezit zavřením okna	$n = 4 \text{ až } 9 \text{ h}^{-1}$
5	ZNAČNĚ VELKÁ	velmi velká výměna vzduchu, postačující i pro prostory, kde se shromažďuje velké množství lidí, při krátkodobém náporovém větrání	$n = 9 \text{ až } 50 \text{ h}^{-1}$

Tab. 2 Stupnice účinnosti přirozeného větrání

Intenzita výměny vzduchu je funkcí směru přívodu vzduchu, rychlosti jeho proudění a plochy otevřeného okna. Ukazuje se, že při vysokých rychlostech proudění (např. 5m/s) stačí k dosažení příslušné výměny vzduchu minimální pootevření okna.

Infiltrace

Infiltrace je přirozené větrání netěsnými spárami oken, dveří. Přívod venkovního vzduchu infiltrací do místností je nejintenzivnější v zimě, kdy ale zvyšuje tepelné ztráty. Zdokonalené těsnění oken přirozené větrání infiltrací omezuje, často až pod hygienické požadavky na přívod čerstvého venkovního vzduchu. Omezené větrání v zimním období snižuje odvod vlhkosti (z kuchyní aj.), což může vést ke kondenzaci vodních par na vnitřním povrchu (nedostatečně tepelně izolovaných) obvodových konstrukcí. Okna jsou proto vybavována štěrbinami, kterými lze regulovat v zimním období přívod venkovního vzduchu.

Výměna vzduchu spárami je závislá na hodnotě součinitele spárové průvzdušnosti $il, V = (m^3/m.s.Pa^{0,67})$, což je množství vzduchu v m^3/s proudícího 1 m spáry při tlakovém rozdílu 1 Pa. Pro bytové stavby je uváděna v ČSN 73 0540:02 [4] hodnota požadované výměny vzduchu $n = 0,3 - 0,6 \text{ h}^{-1}$.

Typ okna a okenní spáry	Součinitel spárové průvzdušnosti iLV (m3/m.s.Pa0,67)
Okno jednoduché dřevěné netěsněné	1,9 x 10 ⁻⁴
Okno dřevěné zdvojené, netěsněné spáry	1,4 x 10 ⁻⁴
Okna dřevěná nebo plastová, kovová těsněná	0,10 - 0,40 x 10 ⁻⁴
Okno dřevěné zdvojené s těsněním KOVOTĚS	0,7 x 10 ⁻⁴
Okno těsněné molitanovými pásky	0,5 x 10 ⁻⁴
Okno těsněné neoprenovými profily	0,2 - 0,4 x 10 ⁻⁴

Tab. 2 Součinitelé spárové průvzdušnosti okenních spár

Šachtové větrání

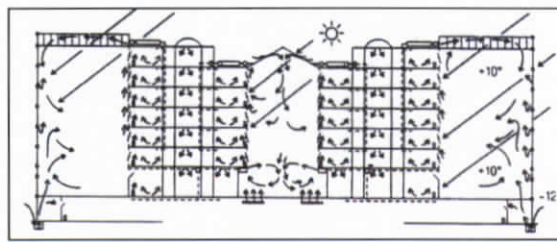
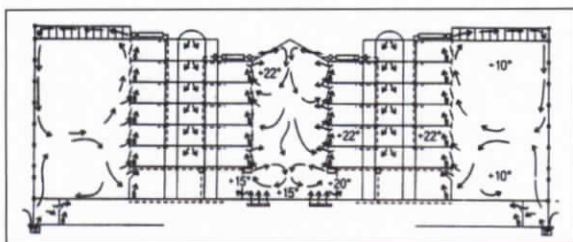
Když požadujeme co nejvyšší míru přirozeného větrání velkoprostorových místností a budov s velkou hloubkou dispozice, je možno buď tvarově upravit fasádu tak, aby umožnila intenzivní přívod venkovního vzduchu (okny a okenními prvky), nebo vytvořit uvnitř dispozice budovy šachty (světlíky, resp. atria). Ty díky své konstrukci způsobují v oblasti střechy vysoký podtlak a tím sací efekt, kterým je budova provětrávána. Také střešní nástavby s otvácími klapkami přispívají k vytvoření podtlaku v prostoru střechy a tím i ve světlíku (atriu).

V zimě, když se vytvoří dostatečně velký rozdíl mezi vnitřní a venkovní teplotou, je vnitřní prostor přirozeně provětrán i při menších rychlostech větru. Žádané výměny vzduchu je dosaženo jen tehdy, když je venkovní vzduch chladnější než vzduch v místnostech. V případě izotermických poměrů, tj. rovnosti teplot, není při bezvětří proudění vzduchu možné zajistit.

Větrání přes pasáže a zimní zahrady

Pro přirozené větrání zasklených velkoobjemových hal se nabízí množství řešení, která je zapotřebí přizpůsobit příslušnému objektu a která opět vyplývají z geometrických tvarů (např. konkávní, konvexní, kupolové střechy).

V případě pasáží a zimních zahrad není nejvýhodnější variantou přirozené větrání, zčásti je výhodné využít zimní zahrady jako „vyrovnávací zásobníky tepla“ (po dobu zimního provozu). Podle množství vysazené zeleně není v letním provozu potřebné (nebo podmíněčně je) přídavné chlazení přilehlých užitkových prostor (například kanceláří). To je také další prostor pro úsporu provozní energie.



Obr. 3 Provoz v přechodném období, slunečno/polojasno, mírný až silný vítr

Obr. 4 Letní provoz, slunečno, mírný vítr

Základní provozní stavy přirozeného proudění vzduchu pasáží resp. zimní zahradou a k nim přilehlých prostor

Aerace

Princip aerace spočívá v tom, že ve spodní části budovy jsou příváděcí otvory, ve střešní konstrukci jsou umístěny otvory pro odvod vzduchu. Oba typy otvorů musí mít regulovatelné průřezy (otočná okenní křídla, regulační klapky), aby, v závislosti na venkovních i vnitřních klimatických podmínkách, bylo možné měnit průtočný průřez (ať manuálně či automaticky). Při správné aplikaci lze aeraci využít k trvalému větrání. Celoroční vyhovující podmínky pro aeraci poskytují teplé a horké průmyslové provozy (v hutích, energetice), kdy teplota vnitřního vzduchu je trvale vyšší než teplota venkovního vzduchu.

4. Inteligentní řízení přirozeného větrání

Máme teoreticky tři možnosti řízení přirozeného větrání:

- ruční ovládání otvorů (otevřené, uzavřené okno, okno v tzv. třetí poloze – mikroventilace);
- elektronického otevírání či uzavírání otvorů – inteligentní systémy budov;
- samočinné ovládání na základě fyzikálních jevů podpořených konstrukcí budovy – inteligentní architektura

U vícepodlažních budov bývá často přirozené větrání podpořeno ventilátory, potom mluvíme o hybridním větrání. Hybridní větrání má v porovnání s inteligentními systémy nízké „IQ“. Tato varianta větrání není v příspěvku rozebírána.

5. Architektura pro přirozené větrání – inteligentní architektura

Energeticky optimální navrhování staveb tedy znamená, že je třeba co nejvíce rozvíjet přirozeně osvětlované a větrané zóny na základě dodávání pasivní energie. Vedle využívání sluneční energie, tepelné kapacity země, vody a vzduchu se využívá i teplo uvolňované člověkem a rozličnými zařízeními, to ve výsledku může ovlivnit architektonický ráz.

Přirozené větrání v obytných budovách

Správná technická řešení pro přirozené větrání v obytných budovách záleží na typu budovy, její velikosti a tvaru, stejně jako na místním podnebí. Pro Evropu jsou nejběžnější dva základní typy obydlí: jedno nebo dvoupodlažní dům pro jednu rodinu (buď samostatný objekt, nebo jednotka v terasovitě uspořádaném domě) a vícepodlažní bytový dům.

Infiltrace spárami oken nebo vnějších dveří a větrání okny (provětrávání) je základním prostředkem k výměně vzduchu v obytných stavbách.

Bytové domy, pokud mají v porovnání s obytnými jednotkami pro jednu rodinu, větší výšku – obvykle, tři nebo více pater. A všechny místnosti o stejné světlé výšce na jednom patře, s výjimkou většinou nepoužívaného prostoru střechy. Kvůli těmto charakteristikám je větrem řízené příčné větrání prakticky jediná účinná technika přirozeného větrání, která může být užita ve vícepodlažních bytových domech.

Ve vícepodlažních budovách můžeme větrat přes pasáže a zimní zahrady, lze použít stejné způsoby větrání u obytných budov – využíváme opět účinek větru nebo/a šachtový efekt.

V praxi bylo realizováno pouze několik projektů, které uplatňují výlučně přirozené větrání ve vícepodlažních budovách. Ve většině případů se používá přirozené větrání podpořené ventilátory či výhradně nucené větrání.

6. Přirozené větrání inteligentními systémy

Jelikož u manuálního ovládání je člověk přetížen stálým obsluhováním, měly by být všechny řídicí, regulační a kontrolní funkce větrání převedeny na okno. Mozek pak jsou čipy, citem jsou senzory a svaly jsou pohony. Aktivní okno samočinně větrá na základě nadlimitních hodnot vlhkosti vzduchu v prostoru místnosti, podle koncentrace oxidu uhličitého anebo se díky stínění podle potřeby mění z lapače slunečního svitu ve sluneční brýle.

Inteligentní systémy jsou umělé systémy schopné provádět vysoce komplexní úkoly tak, že jejich vzorem jsou lidé a jejich způsoby přístupu k úkolům na základě své inteligence. V nejobecnější podobě mohou inteligentní systémy kombinovat jak znalostní, tak i modelový přístup k dosažení různých typicky lidských vlastností, které se ukazují jako nezbytné k provádění mnohých složitých úkolů.

Je nezbytné, aby inteligentní systémy byly schopny provádět následující úkony:

- Vnímat dané okolí a rozpoznat co je v něm důležité pro provedení daného úkolu.
- Předvídat změny v daném okolí na základě jeho modelu a jiných znalostí, formulovaných často v přirozeném jazyce.
- Používat získané informace o daném okolí a dané znalosti k logickému uvažování o prováděném úkolu, a k rozhodování s tím spojenému.
- Plánovat způsob provedení vyžadovaného úkolu na základě rozpoznané situace a předvídaných situací, a to s plným využitím daných znalostí.
- Komunikovat a spolupracovat na provedení daného úkolu s jinými inteligentními systémy – umělými či přirozenými.
- Učit se na základě předchozích zkušeností a zobecňovat kde je to žádoucí.
- Adaptovat chování podle potřeby, aby byl úspěšně dokončen vyžadovaný úkol.

Můžeme identifikovat tři úrovně složitosti těchto systémů:

- Jednoduché, pasivní reagování, jako je měření teploty či deformace.
- Pasivní reagování s odezvou, kdy reakce a vnitřní odezva je uskutečňována zpětnovazebním spojením výstupu se vstupem. Jestliže je například v místnosti příliš teplo, mohou otevřít okna a opět je zavřít, když se ochladí.
- Aktivní reagování, kdy reakce a ovládací činnosti jsou spojeny se zpracováním informace a určitou úrovní rozhodování.

Hlavní funkcí je přirozené větrání

Příkladem pasivního reagování s odezvou je mechanicky poháněné otevírání oken označované výrobcem za inteligentní systém přirozeného větrání.

Použití tohoto systému větrání je všestranné: Automatické větrání před začátkem pracovní doby; Přirozené noční chlazení budov v letním období; Realizace úhlopříčného nárazového větrání; Větrání v určitém časovém úseku (např. ochrana proti hluku od silniční dopravy, proti dešti atd.); Větrání dle poptávky (školy, zasedací

místnosti, výrobní prostory); Pravidelné provětrávání objektu v nepřítomnosti uživatele (chaty atd.); Možnost ovládání okna pomocí dálkového ovladače (invalidé, domovy důchodců); Těžko přístupná okna mohou být využita k větrání; Automatické přirozené provětrání celé budovy.

Pohon je umístěn přímo na okenním křídle. Lze definovat časové úseky, po které mají být okna otevřena, resp. zavřena.

Systém může být také ovládán na základě externích vstupů, jako jsou například informace z čidel (čidlo teploty, relativní vlhkosti nebo obsahu CO₂), chybových hlášení nebo různých dalších zařízení (např. digestoř).

Tento systém může být integrován do řídicích systémů celé budovy s LON nebo EIB.



Obr. 5 Inteligentní systém přirozeného okenního větrání – pohon okna

7. Přirozené větrání jako vedlejší funkce

Existují systémy, jejichž primární funkcí není přirozené větrání budov. Hlavní funkcí může být například využití sluneční energie nebo sluneční ochrana.

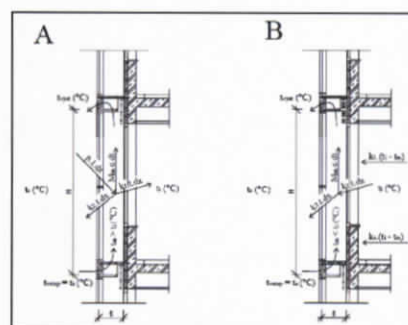
Hlavní funkcí je energie

Pod pojmem dvojitá transparentní fasáda je třeba vidět solární systém s energetickým nárazovým meziprostorem, jehož primární funkcí je energie. Hovoříme tedy o tzv. energetických fasádách, které v sobě realizují jak pasivní solární systém (pohyb vzduchu je realizován přirozenou konvekcí) tak hybridní solární systém (pohyb vzduchu je realizován nuceným prouděním).

Za jeden ze znaků inteligentních systémů, s možností využití přirozeného větrání výškových budov, považujeme dvojitě fasády. U takové fasády je umístěn druhý plášť před vlastní vnější pláště, aniž by bylo znemožněno přirozené větrání. Tento druhý plášť je zpravidla zavěšen jako nenosný prvek přes jedno až dvě podlaží. Ve srovnání s jednoplášťovými fasádami mají tyto fasády značně zlepšené zvukové i tepelné izolační vlastnosti a umožňují přirozené větrání i v místech s velkou rychlostí větru.

Schéma dvojitě transparentní fasády s šířkou meziprostoru s a výškou sekce H , která je rovna výšce jednoho podlaží. Pohyb vzduchu je realizován přirozenou konvekcí. Z hlediska fyzikální podstaty meziprostoru se jedná o fasádu s otevřeným okruhem.

A – den B – noc



Obr. 6 Schéma dvojitě transparentní fasády

Hlavní funkcí je sluneční ochrana

Spojení ochrany proti slunečnímu záření s inteligentním řízením přirozeného větrání je tzv. řízení dynamických fasád. Jedná se o automatické ovládání slunečních a pohledových clon pro větší pohodlí a vyšší úsporu energie. Zařízení sluneční

ochrany snižují průnik tepelné energie ze slunečního záření během dne a umožňují zachování akumulovaného tepla v noci. Ve spojení se systémem přirozeného větrání jsou tato zařízení ještě efektivnější. Zařízení sluneční ochrany zároveň snižují vliv a četnost energetických špiček.

Motory a řídicí jednotky pro výplně stavebních otvorů umožňují instalaci větracích systémů založených na příčném proudění vzduchu nebo na jeho cirkulaci, ta je ale podporovaná ventilátory. Tato zařízení lze přizpůsobit různým typům stavebních otvorů: oknům, proskleným stěnám nebo střechám, světlíkům apod.



Obr. 7 Detail fasády



Obr. 8 Ovládací prvky řízení dynamických fasád

Řízení dynamických fasád zajišťuje počítač. Díky tomu jsou zařízení sluneční ochrany vždy nastaveny přesně do požadované polohy. Uživatelé však mohou pomocí lokálních nástěnných ovladačů nebo dálkového ovládání kdykoli zadat manuální povel.

Systém se snadno uvádí do provozu, je relativně levný a lehce se ovládá z počítače, na jehož monitoru jsou přehledně zobrazeny jednotlivé funkce. Řídí celou budovu a/nebo pouze určité oblasti v budově podle zadaných parametrů a údajů čidel větru, slunce a teploty nebo kompletní meteorologické stanice. Systém má vestavěnou funkci „suntracking“ neboli sledování dráhy slunce. Pokud je tato funkce zapnuta, automaticky se upravuje naklopení lamel žaluzií nebo poloha svislých stínících prvků podle výšky slunce na obloze.

Tento systém byl vyvinut speciálně pro řízení dynamických fasád (zařízení sluneční ochrany i výplně stavebních otvorů apod.). Řídí přirozené osvětlení, teplotu a přirozené větrání podle tří základních provozních režimů:

- **Uživatelský režim:** sluneční ochrana je automaticky řízena pro dosažení optimálního zrakového pohodlí a pro omezení kolísání teploty. Každý uživatel však může nad systémem kdykoliv převzít manuální kontrolu.
- **Ekonomický režim:** řídí zastínění tak, aby účinky slunečního záření podpořily vytápění v zimě, v létě naopak budovu stíní. Uživatel nemá právo do ovládání zasahovat.
- **Kombinovaný režim:** kombinuje oba předchozí režimy pro dosažení optimálního nastavení vnitřního prostředí.

Systém řízení prvků sluneční ochrany je navržený speciálně pro snadnou instalaci a konfiguraci. Díky tomu je vhodný zejména pro malé až střední budovy (se čtyřmi ovládanými zónami).

8. Návrh koncepce řešení

V našich klimatických podmínkách je přirozené větrání vhodné řešení pro zajištění dostatečného větrání budov. V kapitole 5 uvádím hodnotící kritéria, podle nichž je možné určit stavby, které lze přirozeně větrat účinky větru nebo/a teplotního

rozdílu. V kapitole 6 předkládám řešení pro řízení přirozeného větrání na základě informací z čidel.

Inteligentní architektura

Pro již **existující stavby** volíme raději některý z inteligentních systémů přirozeného větrání, který bude dodatečně instalován. Změny dispozice a zapracování prvků podporujících přirozené větrání jsou velmi stavebně i finančně náročné. Jako například nová dvojitá transparentní fasáda nebo šachty uvnitř půdorysu pro využití šachtového efektu. Snaha o minimalizaci provozních nákladů by byla znehodnocena vysokými počátečními investicemi do těchto stavebních úprav.

U **budovy navrhované** můžeme uzpůsobit tvar, dispozici nebo orientaci budovy již zmíněným principům přirozeného větrání. Vytvoříme tak inteligentní architekturu, budovu snadno přirozeně větratelnou.

Pokud se jedná o jedno až dvoupodlažní obytnou budovu (rodinné domy) nebo bytové domy záleží na tom, jaký **komfort** si uživatel přeje a **kolik je ochoten zaplatit**. Pokud je uživatel ochoten tolerovat určité množství nepohodlí při pobytu v místnosti, pak volíme přirozeně větranou budovu na základě zásad inteligentní architektury. Uživatel, který si potrpí na komfort stálého vnitřního prostředí, by měl zvolit instalaci některého z inteligentních systémů pro přirozené větrání.

Když hovoříme o **účelu užívání budovy**, pro vícepodlažní budovy, vzhledem k jejich rozlehlé dispozici a velkému objemu budovy, je někdy jednodušší instalovat systém inteligentního řízení přirozeného větrání. Udržíme tak stále vnitřní prostředí bez odchylek vnitřní teploty, což je vhodné pro zajištění kvalitního pracovního prostředí (např. kanceláří).

Inteligentní systém řízení

Inteligentní systém řídí polohu otevření okna na základě dat přenesených z čidel teploty, vlhkosti a větru. Čidla budou instalována v místnostech na návětrné a závětrné straně budovy. V exteriéru budovy bude na návětrné straně umístěna kompaktní meteorologická stanice. Na základě naměřených dat teploty, vlhkosti, rychlosti a směru větru budou motory reagovat otevřením či uzavřením oken. Systém bude ovládán z osobního počítače.

Podobně jako u řízení dynamických fasád (ovládání slunečního stínění) budou nastaveny tyto základní provozní režimy:

- **Uživatelský režim:** otevírání a uzavírání oken bude automaticky řízeno pro dosažení optimálního vnitřního tepelně – vlhkostního mikroklimatu. Každý uživatel bude moci kdykoliv ručně okna obsluhovat.
- **Ekonomický režim:** řídí přirozené větrání tak, aby byly splněny normy požadující minimální hygienickou výměnu vzduchu a nedocházelo k velkým tepelným ztrátám v zimním období. Zde jde hygienické a tepelně – technické hledisko proti sobě. V létě je totiž potřeba zajistit optimální intenzitu větrání tak, aby nedocházelo k proudění vzduchu v místnosti za příliš vysokých rychlostí. A v zimě máme snahu minimalizovat tepelné ztráty, že nebudeme vůbec větrat.
- **Kombinovaný režim:** kombinuje hlavní systém přirozeného větrání s dalšími doplňkovými funkcemi – sluneční clony v letním období, akumulace tepla pomocí solárního systému v zimním období, atd. Kombinace funkcí musí vždy zajistit optimální vnitřní prostředí.

9. Závěr

Závěrem můžeme říci, že rozhodnutí, který systém vybrat, ať už inteligentní systém řízení přirozeného větrání či zvolit inteligentní architekturu pro podporu přirozeného větrání, závisí na mnoha faktorech, především na:

- účelu využití budovy – faktor účelu užívání;
- uživateli – faktor komfortu;
- výši investice do přirozeného větrání – faktor ekonomický;
- tvaru, dispozici a konstrukci budovy – faktor formy;
- umístění a orientaci – faktor polohy;
- stavu, zda je budova v předprojektové fázi anebo již budova byla postavena – faktor stupně realizace.

V některých případech může být nejvýhodnější kombinace obou systémů.

Protože přesný výpočet přirozeného proudění vzduchu v budově je poměrně náročný proces, je třeba použít počítačové simulace s určitými zjednodušujícími předpoklady nebo výsledky z měření na zmenšených modelech budov v aerodynamickém tunelu.

Rovněž je složité určit úspory provozní energie při přirozeném větrání. Podle literatury se úspora energie při použití ochrany proti slunečnímu záření (a přirozené větrání jako doplňková funkce), pokud jsou poháněné motorem a automaticky řízené, v Evropě pohybuje od 10 do 40%. Zvýšení investičních nákladů na tyto stínící prvky je asi jen 1 až 2%.

Literatura

ALLARD, FRANCIS. Natural Ventilation in Buildings: A Design Handbook, James & James, London, 1998. [697.92 N2]

DANIELS, KLAUS. Technika budov: Příručka pro architekty a projektanty. 3. přepracované vydání, Vydavatelství Jaga Group, v.o.s., Praha, 2003. ISBN 80-88905-63-X.

ŠAFRÁNEK, JAROSLAV. Okna a vnější dveře z hlediska tepelně technických vlastností, Vydavatelství CSI a.s., Praha

Technická normalizační komise: TNK 43 Stavební tepelná technika. ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov. Vydavatelství Český normalizační institut, Praha, 1993. 40 s. ISBN 80-7226-503-2.

FLORIÁN, MILOŠ. Inteligentní skleněné fasády, 1. vydání, Vydavatelství ČVUT v Praze, Fakulta architektury, Praha, 2005. ISBN 80-01-03195-0.

Oficiální www stránky portálu e-ARCHITEKT [online]. e-ARCHITEKT, Praha: 2006. Dostupný z www: <http://www.e-architekt.cz/>

BIELEK, B., BIELEK, M., PALKO, M. Dvojitě transparentní fasády budov, 1. díl. 1. vydanie. Vydavateľstvo Corel, Bratislava, 2002. ISBN 80-968846-0-3.

BIELEK, B. Dvojitá transparentná fasáda – Vybrané problémy z projektu experimentálneho overenia fyzikálnych vlastností dvojitej fasády budov NBS v Bratislave. 1. vydanie. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2003. ISBN 80-227-1864-5.

Oficiální www stránky portálu BELIMO [online]. BELIMO, Praha: 2005. Dostupný z www: <http://www.belimo.cz/>

Oficiální www stránky portálu SOMFY [online]. SOMFY, Praha: 2005. Dostupný z www: <http://www.somfy.cz/>

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

POZNATKY Z VYUŽITÍ GYRÁTORU PŘI VÝROBĚ ZKUŠEB- NÍCH TĚLES ASFALTOVÝCH SMĚSÍ ZA HORKA A ZA STUDENA

Petr Mondschein

Abstract

For asphalt mixes several compaction methods have been developed in the past. For many years the main compaction procedure including proper mix design was based on Marshall method. In the U.S. the SHRP research program focused on gyratory compaction, which became later important part of the new mix design method. Comparing with Europe, the gyratory compaction is known however the only country, which regularly has used this type of compaction for several years, is France. The Road Laboratory at the Faculty of Civil Engineering compared Marshall compaction method and gyratory compaction method. The comparison has been done for hot asphalt mix as well as for cold recycling mixes using bitumen foam and bitumen emulsion..

1. Úvod

Historie vzniku a vývoje gyrátoru do roku 2001 je podrobně popsána v [1]. První přístroj tohoto typu se objevil již ve třicátých letech 20. století v Texasu. V USA stejně jako v Evropě se však po druhé světové válce rozšířila Marshallova zkouška. V 50. letech byla idea gyrátoru převzata do Francie. Tam byly v 60. a 70. letech provedeny výzkumné práce, které vedly k zavedení gyrátoru do francouzské praxe a předpisů místo Marshallovy zkoušky. Metodika zkoušky a vyhodnocování byly však jiné než v USA. Základní princip je ovšem stejný, krouživý pohyb formy nakloněné od svislice o malý úhel, vyvolává ve vzorku hnětení a tím napodobuje stav při hutnění ve vozovce.

V USA se použití gyrátoru rozšířilo v souvislosti s rozsáhlým výzkumným programem Asphalt Research Program (1987 –1993) provedeným v rámci Strategic Highway Research Program SHRP (náklad 50 milionů dolarů, 200 dílčích zpráv, celkem 30 000 stran). Jeden z výstupů programu SHRP byl systém Superpave (Superior Performing Asphalt Pavements). Byl to systém navrhování a zkoušení asfaltových směsí. Gyrátor se stal základní součástí Superpave pro návrh složení asfaltových směsí. Důvod byl ten, že srovnávací zkoušky provedené v rámci SHRP ukázaly, že vzorky zhutněné v gyrátoru se více blížily vzorkům z vozovek než vzorky zhutněné v Marshallově přístroji [2].

Zatímco před zahájením SHRP se v USA cca ve ¾ případů užívala Marshallova metoda a ve zbývajících většinou Hveemova metoda, v roce 2000 přešly již téměř všechny americké státy alespoň z části na systém Superpave [3]. Po zavedení systému Superpave se však ukázalo, že některé části bude třeba upravit. O jiných se intenzivně diskutovalo. Jedna z nich byla metodika a aplikace gyrátoru. Byla provedena celá řada výzkumných prací týkajících se tohoto problému. Ani v současné době není věc definitivně vyřešena.

V Evropě používalo gyrátor donedávna jen několik zemí. V rámci mezinárodního srovnání metod návrhu směsí, organizovaného RILEM [4], kterého se zúčastnilo

Petr Mondschein, Ing.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra silničních staveb

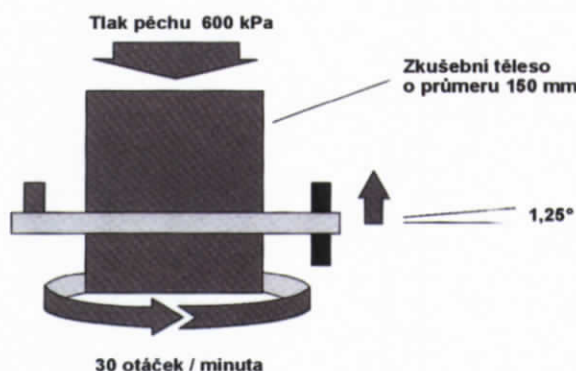
Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

tel.: 224 353 880, fax.: 224 311 085, e-mail: petr.mondschein@fsv.cvut.cz

11 evropských zemí, pouze Francie používala gyrátor. Většinou se v předpisech uplatnila Marshallova zkouška, stejně jako u nás.

V rámci sjednocování zkušebních metod do evropských norem, byla Marshallova zkouška ve výrobních normách pro asfaltové směsi do vozovek opuštěna. Zůstala pouze v normě pro asfaltové směsi pro letiště.

Gyrátor byl v Evropě zaveden normou EN 12697-31 z května 2005. V EN 12697-31, "Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 31: Specimen preparation, gyratory compactor" platné od 5/2005 jsou pro průměry vzorků 100 až 160 mm předepsány intervaly síly, které vyvolávají napětí 0,57 – 0,67 MPa. Náklon hlavy a počet otáček není v prEN předepsán. Pouze je uvedeno, že musí být menší než 32 ot/min. Protože existují různé druhy gyrátorů, je v prEN 12697-31 předepsáno, že pro dvě referenční směsi (0/14 s 4,3 % asfaltu a 0/10 s 5,0 % asfaltu) má vyjít po 10 otáčkách mezerovitost 14 až 18 %, resp. 8 – 12 %. (Proto je dle EN 13108-1 pro AB v tab. 21 po 10 otáčkách uvedena mezerovitost minimálně 9 až 14 %, podle kategorie směsi.).



Obr. 1 Gyrátor – charakteristiky přístroje a zkoušky

2. Hutnění zkušebních těles asfaltových směsí za studena

V případě směsí recyklace za studena byl gyrátor využit pro směsi recyklace za studena s využitím asfaltové emulze a cementu. Složení směsí je uvedeno v tabulce 1. V obou případech lze výsledky porovnávat se zkušebními tělesy pro stejnou směs, kde byl namísto gyrátoru uplatněn rázový zhutňovač s 2x50 údery. Základní charakteristiky směsí získané na zkušebních tělesech připravených různým způsobem hutnění jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3.

Při hutnění zkušebních těles gyrátorem bylo v obou případech zvolen úhel náklonu 1,25° a statické zatížení 540 kPa a 600 kPa, což odpovídá parametrům nastavení dle zahraničních zkušeností. Ve srovnání se zahraničními poznatky se odlišně postupovalo v případě počtu otáček, kdy byla zvolena řada 55, 70, 85 a 100. Důvodem je skutečnost, že při hutnění s počtem otáček nad hodnotu 100 by mělo být dosaženo podstatně nižší mezerovitosti, než která byla zjištěna u těles vyrobených 2x50 údery rázového zhutňovače.

Při stanovení objemové hmotnosti a provedení Marshallovy zkoušky jsou výsledky vždy průměrem výsledků získaných nejméně na 3 zkušebních tělesech. Stabilita podle Marshalla byla zjišťována 15 dní od výroby zkušebních těles při teplotě zkoušky 22±1°C. Zrání zkušebních těles probíhalo na vzduchu. V případě parametru

SM22N se jedná o stabilitu podle Marshalla zjišťovanou na tělesech po nasycení těles vodou dle postupu uvedeného v TP112, příloha D.

Směs	R-materiál (0-22)	Voda	Asfaltová emulze	Asfaltová pěna	Cement	Vápenný hydrát
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
EC ₁	92,40	3,40	2,20	-	2,00	-
EC ₂	89,50	4,00	3,50	-	3,00	-
PC ₁	90,00	4,00	-	3,00	3,00	-
PV ₁	91,00	4,00	-	3,00		2,00

Tab. 1 Charakteristika směsí studené recyklace

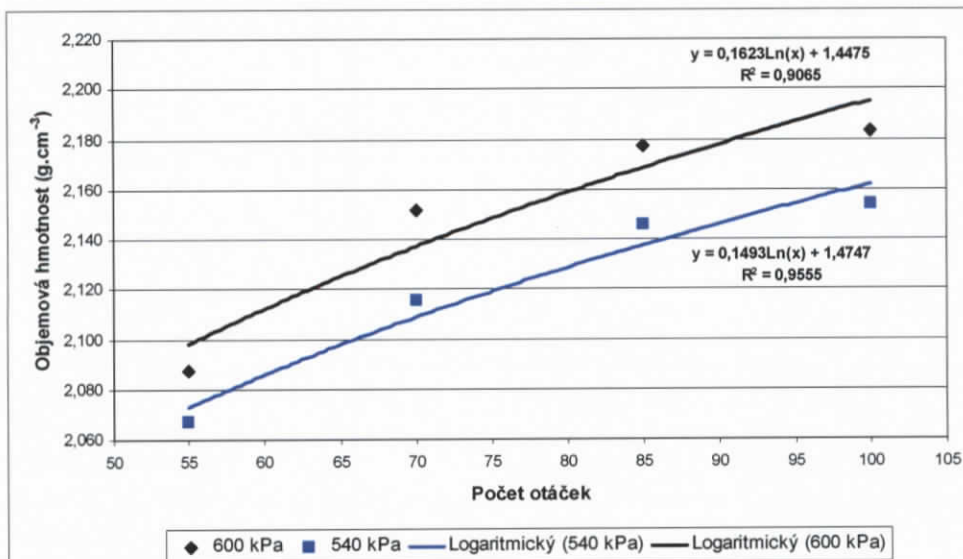
Směs	Obj. hm. zhutněné směsi	Mezerovitost	Obsah pojiva	Stabilita SM ₂₂	Stabilita SM _{22N}	Pokles stability
	(g.cm ⁻³)	(%)	(%)	(kN)	(kN)	(%)
EC _{1,MS}	2,040	13,7	4,7	18,5	16,4	0,886
EC _{2,MS}	2,079	15,0	5,5	23,8	30,5	1,282
PC _{1,MS}	2,061	11,5	5,1	15,7	17,4	1,108
PV _{1,MS}	1,999	13,5	6,8	15,4	13,8	0,896

Tab. 2 Základní charakteristiky směsí na zkušebních tělesech; 2x50 úderů

Směs	Počet otáček	Zatížení	Objemová hm. zhutněné směsi	Mezerovitost	Obsah pojiva	Stabilita SM ₂₂
		(kPa)	(g.cm ⁻³)	(%)	(%)	(kN)
EC _{1,GC}	31	600	2,038	13,7	4,7	-
	55		2,087	11,8		30,0
	70		2,152	9,0		27,4
	85		2,177	7,9		32,8
	100		2,183	7,7		32,6
	42	540	2,025	14,1		-
	55		2,067	12,6		27,0
	70		2,115	10,6		30,4
	85		2,146	9,3		29,0
	100		2,154	8,9		31,1
EC _{2,GC}	55	600	2,115	13,6	5,5	40,3
	70		2,123	13,1		35,9
	85		2,141	12,5		39,2
PC _{1,GC}	70	600	2,164	7,11	5,1	26,5
	85		2,170	6,85		27,4
	100		2,172	6,79		25,6
	70	540	2,128	8,68		23,2
	85		2,144	7,98		23,0

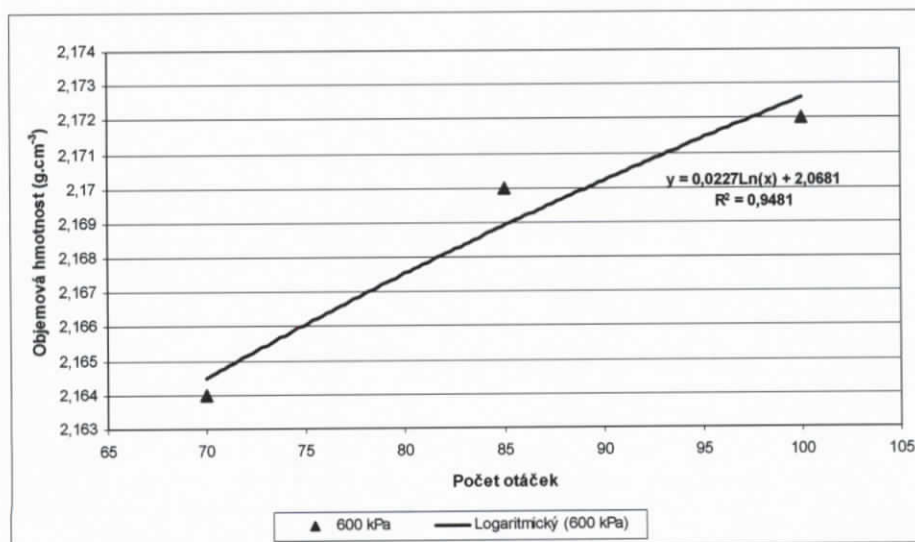
Tab. 3 Výsledky rozšířené Marshallovy zkoušky

V případě směsi EC1,GC jsou pro obě zatížení uvedeny výsledky při počtu otáček 31 resp. 42, kdy se hodnoty objemové hmotnosti a mezerovitosti nejvíce blíží hodnotám u těles vyrobených 2x50 údery.

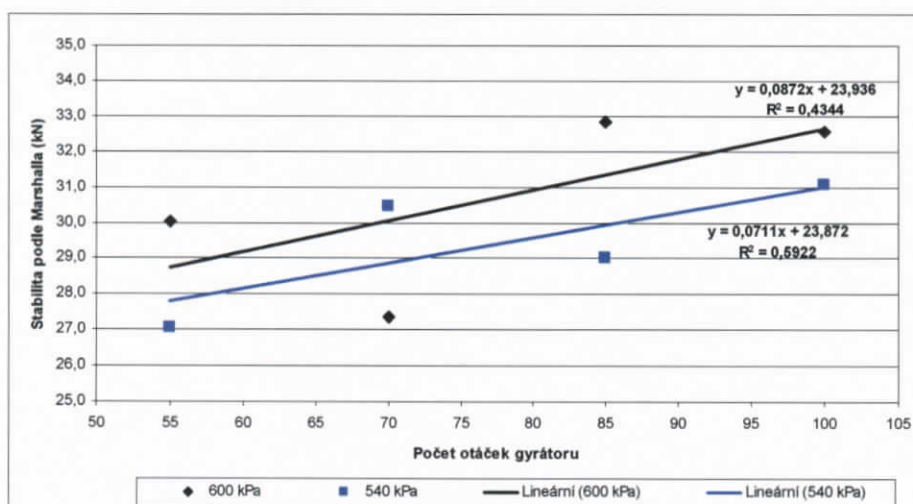


Obr. 2 Závislost objemové hmotnosti na počtu otáček gyrátoru, směs EC_{1,GC}

Z výsledků je patrné, že bez ohledu na výši statického zatížení jsou hodnoty mezerovitosti a stability podle Marshalla při 22°C v porovnání s hutněním rázovým zhutňovačem vyšší. Je předmětem dalšího zkoumání posoudit, které hodnoty více korelují s parametry, jichž je dosahováno přímo na stavbě.



Obr. 3 Závislost objemové hmotnosti na počtu otáček gyrátoru, směs PC_{1,GC}



Obr. 4 Závislost stability podle Marshalla a počtu otáček gyrátoru, směs EC₁

Dále se potvrzuje očekávaný trend – a to bez ohledu na použité pojivo pro směs recyklace za studena – že s rostoucím počtem otáček logicky dochází k nárůstu objemové hmotnosti a k poklesu mezerovitosti. U obou charakteristik byl očekáván lineární trend, z provedené základní regresní analýzy je nicméně patrné, že průběh této závislosti se více bude blížit logaritmickému trendu (obrázky 3 a 4). U mezerovitosti potom data dobře korelují i s exponenciální křivkou.

3. Závěr

Gyrátor je jistě přínosnou alternativou laboratorního hutnění. Pro použití v praxi však bude nutný rozsáhlý výzkum, díky kterému bude doplněna evropská norma pro gyrátor tak, aby pravidla při kontrole návrhu směsi zajistila spolehlivou dobu Marshallovy zkoušky. V této souvislosti je třeba ještě zdůraznit, že norma pro gyrátor zatím neumožňuje zodpovědný návrh směsi. Chybí v ní konkrétní vymezení nutných zkoušek a omezení získaných hodnot vhodnými intervaly.

U provedených porovnávacích zkoušek, kdy byla tělesa připravena rázovým zhutňovačem a gyrátorem lze vyslovit dva závěry. Pokud je zvoleno vyšší statické zatížení těles, směsi dosahují mírně vyšší hodnoty stability při stejném počtu otáček hutněního procesu. Pokud porovnáme vliv počtu otáček, potom je samozřejmě patrný – a logický – nárůst stability s růstem počtu otáček a to i přes skutečnost, že v případě směsi hutněné vyšším tlakem nejsou výsledky zcela jednoznačné.

U směsi recyklace za studena je třeba uvést, že v případě poznatků získaných hutněním zkušebních těles gyrátorem, zřejmě zvolená nastavení stále ještě nepředstavují nejspolehlivější parametry zkoušky, jež by nejlépe simulovaly podmínky mezerovitosti na stavbě, což bude vyžadovat další testování, obdobně jako v případě metody statického stlačování nebo modifikované Marshallovy zkoušky. Výhodou moderních gyrátorů v této souvislosti je možnost definování cílové výšky zkušebního vzorku v závislosti na požadované objemové hmotnosti (mezerovitosti).

4. Literatura

[1] Harman T., et al, History and future challenges of gyratory compaction 1939 – 2001, 2001.

- [2] Button J., et al, Correlation of selected laboratory compaction methods with field compaction, TRB 1454, p.193-201
- [3] Zaniwski J, et al, Comparison of 19 mm Superpave and Marshall base II Mixes in West Virginia, 6/2003
- [4] Partl, et al, Rilem Interlaboratory tests, Part 1, Mix design, Bitumern 2+3, 1999

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

VZNIK STAVEBNÍHO ODPADU Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO CYKLU KONSTRUKCE

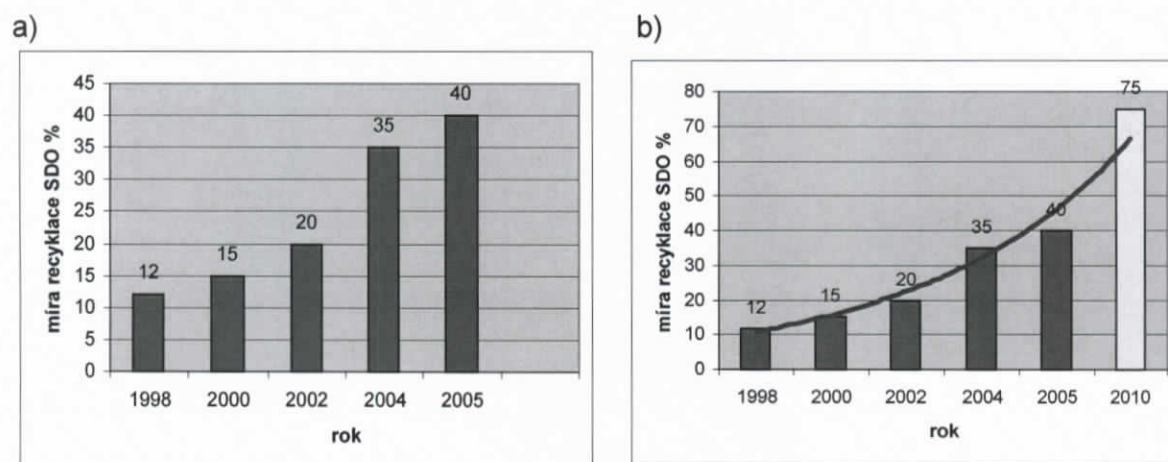
Mária Párová

Abstract

Paper is focused to question of generation of construction and demolition waste in different stages of construction life cycles and construction technologies as a source of C&D in link to life cycle assessment.

1. Recyklace stavebního a demoličního odpadu v ČR

Materiálová základna stavebnictví je převážně založená na přírodních surovinách, často ze skupiny neobnovitelných zdrojů, obtížně recyklovatelných. Stavebnictví jako významné odvětví národního hospodářství také figuruje jako jeden z největších producentů odpadu (viz graf.č.1). Z hlediska vývoje životního prostředí je cílem materiálově využívat 75% všech vznikajících stavebních a demoličních odpadů do roku 2010 (6. program EU pro životní prostředí).



Graf 1a) Míra recyklace SDO a b) výhled do roku 2010 v ČR

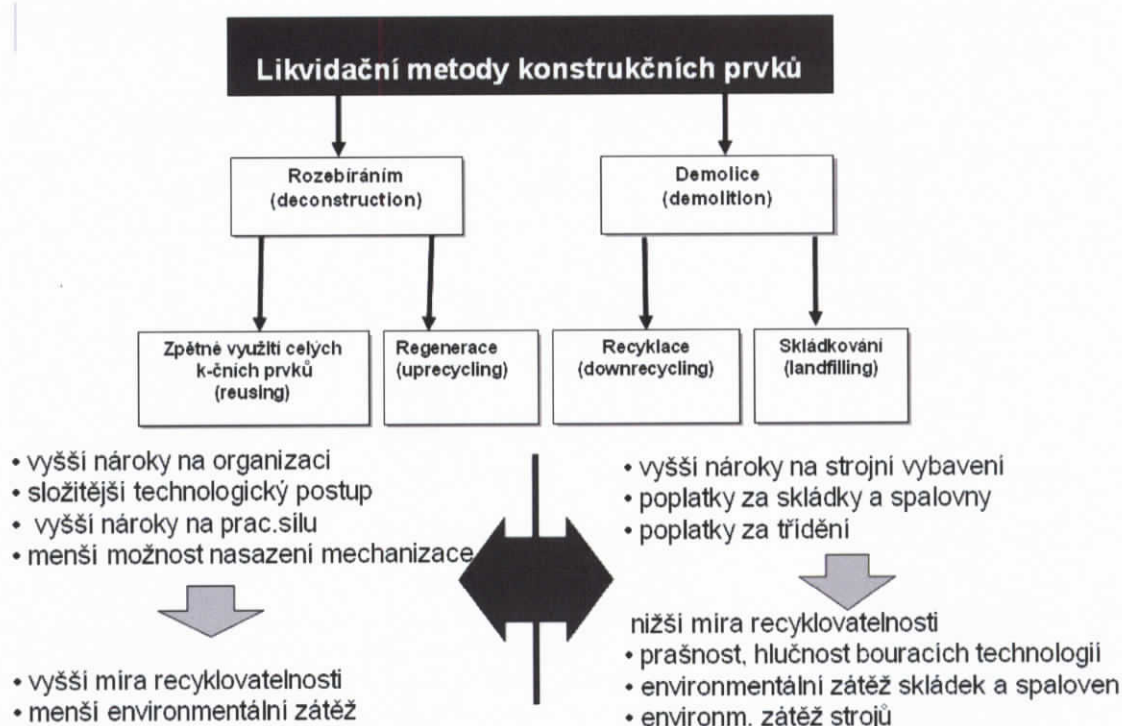
Snaha recyklovat co největší část stavebního odpadu je z hlediska trvale udržitelného rozvoje i z hlediska ochrany životního prostředí zřejmá.

Zhodnocování odpadů jsou činnosti vedoucí k využití fyzikálních, chemických nebo biologických vlastností odpadů. Snahou tohoto procesu je změna vlastností odpadů za účelem jejich dalšího nakládání s nimi. (viz Graf.č.2)

V procesu zhodnocování rozlišujeme:

- materiálové zhodnocování (vznik druhotné suroviny)
- energetické zhodnocování (nepovažuje se za recyklační metodu)

Pro zjištění co nejefektivnějších možností využití vzniklých odpadů je potřebné v první řadě určit jejich druhovost, fyzikální a chemické vlastnosti. Na podkladě těchto parametrů pak posoudit možnosti využití ve stejném procesu v němž vznikají (příklad recyklace čerstvého betonu), případně možnosti využití pro jiné stavební procesy nebo pro úplně jiné odvětví hospodářství.



Graf 2 – Likvidační metody stavebních objektů

Míra recyklace stavebních a demoličních odpadů v ČR postupně stoupá. Růst je však pozvolný: V roce 1998 dosáhla recyklace necelých 12%, v roce 2000 skoro 15%, v roce 2004 se pohybuje mezi 30-35%.

2. Stavební odpad z hlediska životnosti konstrukčních prvků

Stavební díla se projektují a realizují s cílem co nejlépe sloužit těm účelům, pro které byly plánovány. V průběhu své životnosti jsou vystavovány působení různých vlivů, které je postupně znehodnocují až do stadia mezního stavu, kdy ztratí schopnost plnit svůj účel. Čas má přímý dopad jak na přirozené stárnutí objektů, tak i na morální stav konstrukce.

2.1 Technická životnost konstrukčních prvků

Technickou životnost objektu určuje stav jednotlivých konstrukčních prvků. Každý prvek má schopnost po určitou dobu plnit předepsanou funkci. Tento čas, který je u různých prvků podstatně odlišný, se pohybuje v rozpětí 5 až 100 let. Rozlišujeme tedy prvky dlouhodobé životnosti (např. základy, nosné konstrukce, střecha),

kteří určují životnost stavebního díla a prvky krátkodobé životnosti (např. omítky, obklady, podlahy). Tyto prvky se zpravidla zabudovávají do stavby s vědomím, že je bude třeba po dobu životnosti objektu vícekrát měnit. Orientační přehled o délce životnosti konstrukčních prvků získáme z tabulek životnosti a tabulek pro oceňování staveb.

2.2 Morální životnost konstrukčních prvků

Morální životnost vyjadřuje pohodě užívání, výši standardu, schopnosti přizpůsobit se estetickým nárokům uživatele. Příkladem jsou:

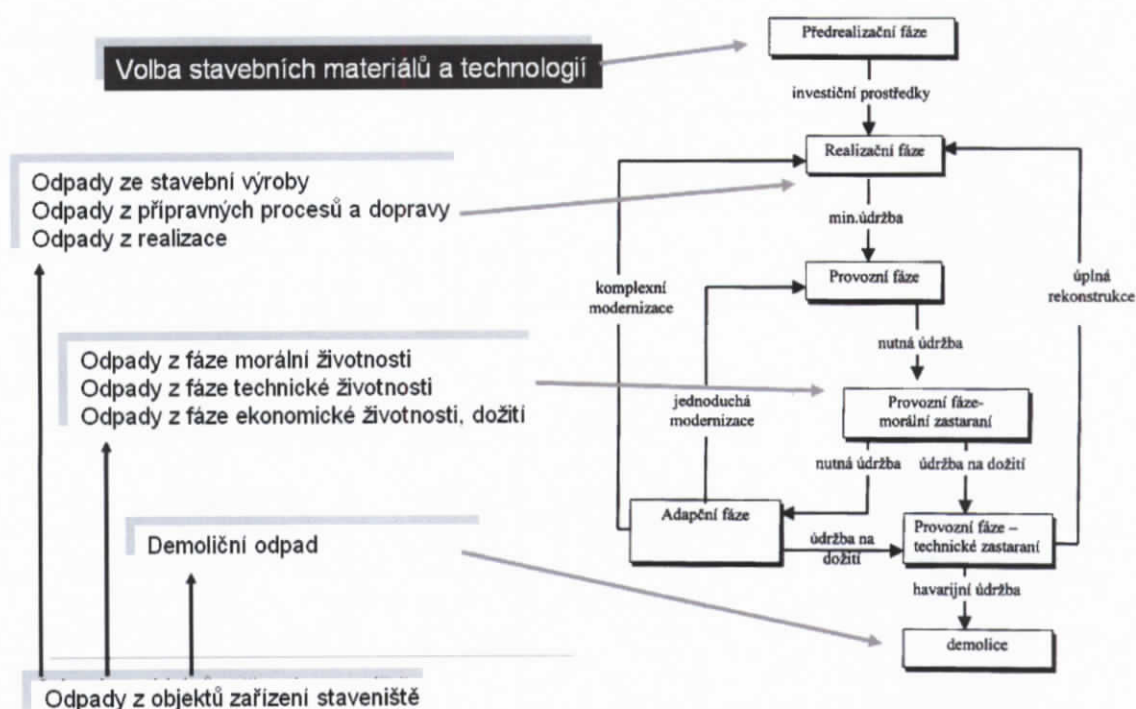
- dispoziční změny, kdy současným požadavkem je sloučení kuchyně s obývacím pokojem;
- technická vybavenost koupelen masážní vanou,
- sprchové kouty,
- podlahové rošty,
- módní trendy povrchových úprav strukturovanými omítkami,
- jiné estetické požadavky na obklady a jejich barevnost,
- výměna klasických ocelových zárubní za dřevěné obložkové atd.

Morální životnost zpravidla nebrání ani neomezuje bezpečné užívání a nedá se předem určit. Dosažení mezního stavu morální životnosti se řeší obvykle rekonstrukcí.

2.3 Ekonomická životnost konstrukčních prvků

Ekonomická životnost vyjadřuje dobu od vzniku konstrukce, v níž jsou náklady na údržbu, provoz a amortizaci ještě hospodárné a konstrukce není z technického hlediska zastaralá nebo nepřestala plnit účel, k němuž byla určena. Ekonomická životnost konstrukce končí ve chvíli, kdy náklady na její údržbu a morální zhodnocení přesáhnou výši nákladů na pořízení konstrukce nové.

Z hlediska produkce odpadů je životnost stavby velice důležitým faktorem. (viz graf č.3) Zákon č.185/2001 Sb. o odpadech sice nařizuje jak nakládat s odpadem, ale v současné době se stavební firmy i majitelé objektů zabývají pouze odpadem vznikajícím při realizaci díla. Tento postoj je krátkozraký, protože řeší především finanční náročnost pořízení díla (cena za likvidaci výrobního odpadu je obvykle zahrnuta v ceně díla). Ale jaký vliv bude mít způsob likvidace odpadu v dalších fázích životnosti na náklady údržby? Tuhle otázku dnes nikdo neřeší. Po předání stavebního díla investorovi či uživateli díla přechází povinnost údržby díla na uživatele. To znamená, že výhledově uživatel bude také hradit náklady nejen na samotnou údržbu objektu, ale rovněž náklady spojené s likvidací demoličního odpadu.



Graf 3 – Produkce SDO ve vztahu na životní cyklus konstrukce

Katalog odpadů řeší materiálovou skladbu SDO. Další klasifikace odpadů vyplývá právě z jednotlivých fází životního cyklu stavby.

Odpady vznikající při realizaci stavby

- odpady ze stavební výroby
- odpady z přípravných procesů a dopravy
- odpady z realizace konstrukcí

Odpady z objektů zařízení stavenišť.

Odpady vznikající při rekonstrukcích

- nutných z hlediska morálního
- nutných z hlediska nevyhovujících vlastností
- nutných z hlediska fyzického skončení životnosti

Odpady při demolici

Stavební technologie (procesy) jsou „zdrojem“ odpadu pouze ve fázi realizace. Z hlediska životnosti - mohou životnost vyrobených prvků ovlivnit a mohou samozřejmě také ovlivnit předpokládané způsoby demolice a následně recyklace. Největším zdrojem jsou ale vždy vlastně likvidované výrobky!

3. Stavebně-technická analýza konstrukčních prvků

Každý stavební objekt je složen z konstrukčních prvků různých technických i provozních parametrů, které nakonec definují vlastnosti celého objektu. Všechny

průvodní jevy degradace jednotlivých konstrukčních prvků mají za následek snižování spolehlivosti a životnosti objektu. Přesná specifikace technických a provozních parametrů těchto částí, podmínek jejího provozního zatížení a předpisů pro obsluhu je předpokladem pro posouzení, zda konstrukce sama i jako celek splňuje svůj účel či nikoliv. Všechny konstrukční prvky musí být definovány a evidovány tak, aby po celou dobu jejich životnosti bylo možné je bez problému identifikovat.

Specifikace konstrukčních prvků obsahuje:

- kvalitativní parametry
- výměry prvků
- záznamy o revizích
- záznamy o opravách a výměnách prvků

Konstrukční prvek může být buď v provozuschopném stavu, nebo v provozu neschopném stavu tj. v okamžiku poruchy, nebo dožití prvku. Účelným sledováním a zaznamenáváním stavu konstrukčních prvků, jejich opotřebovanosti a výskytu poruch získáme základní údaje nezbytné pro technicko-ekonomické plánování údržby a oprav objektu. Tento plán vytvoří základní podklady pro stanovení předpokládaného množství a druhů stavebního a demoličního odpadu. Navazujícím krokem se stane plán nakládání s odpady tzn. volbu vhodné metody likvidace odpadu jak z hlediska technického, ekonomického i environmentálního.

Vzhledem k obecně platným prioritám udržitelného rozvoje společnosti je žádoucí, aby při stavebních činnostech byly používány postupy, zaměřené na předcházení vniku odpadů a na přednostním využívání odpadů jako druhotných surovin.

Pod pojmem plnění základních funkcí se rozumí zejména správa objektu a jeho bezporuchový chod, ale i příprava rozsáhlejších záměrů modernizace a velkých oprav, vyplývajících z obecně závazných předpisů. Nahodilá údržba a odstraňování poruch až v havarijním stavu, zhoršuje technický stav objektu a náklady na jeho údržbu neúměrně či spíše zbytečně zvyšuje.

Cílem stavebně technické analýzy je mimo jiné i zpracování údajů o opravách a údržbě ze tří hlavních oblastí ve fázích morální, ekonomické a technické životnosti:

- Běžné opravy – které vyžadují zahájení prací v krátkém čase a jejichž provedení se dá krátkodobě naplánovat.
- Preventivní opravy – která se dlouhodobě plánuje a která pomáhá zařízení udržovat co nejdéle v dobrém stavu, prodlužuje jejich životnost a tak šetří investiční prostředky na pořízení nových
- Havarijní opravy – které vyžadují okamžité zahájení prací, aby nedošlo k dalším škodám či ohrožení zdraví

3.1 Analýza odpadů podle konstrukčních prvků

Procesy související se vznikem odpadů by měly být řízeny v souladu s výsledky průzkumu stavby a s plánem na údržbu stavby.

Rozhodujícím kritériem při výběru likvidační metody je ekonomičnost volby. Až na druhém místě je otázka environmentálního zatížení okolí. Přílišná orientace investora i dodavatele na okamžitou hodnotu pořizovací ceny a nedostatečná

Motivace ze strany státní legislativy způsobuje, že se jednoznačně upřednostňují levnější technologie a materiály z primárních zdrojů. Chybí tak motivace řešit otázku

nákladů na likvidaci odpadu vztaženou na celý životní cyklus. Takové náklady jsou totiž hůře vyčíslitelné a předem obtížně prokazatelné.

Číslo položky	Popis položky	MJ	Množství	Jed.cena	Celk.cena	Jed. hmot.	Cel. hmot.
6	Úpravy povrchů, podlahy						
63131261	Mazanina betonová tl. 5,8 - 6,8 cm B 20 (C16/20)	m3	6,000	2620,00	15720,00	2,42200	14,53200
63136192	Výztuž mazanin svařovanou sítí z drátů tažených 4/150/150	t	0,318	29500,00	9381,00	1,05306	0,33487
6	Úpravy povrchů, podlahy celkem				25101,00		14,86687

800-713	Izolace tepelné						
71312111	Izolace tepelná podlah na sucho, jednovrstvá	m2	100,000	15,00	1500,00	0,00003	0,00300
28600545	Deska polystyren tvrzený tl. 30 mm Pedotherm	m2	105,000	75,00	7875,00	0,00000	0,00000
71319110	Položení izolační fólie	m2	100,000	16,00	1600,00	0,00000	0,00000
62811120	Pás asfaltovaný A 330 H nepískovaný	m2	115,000	12,00	1380,00	0,00000	0,00000
800-713	Izolace tepelné celkem				12355,00		0,00300

Zpracování ceníkových položek procesu „hrubé konstrukce podlahy“

Mazanina	Tradiční výroba	Výroba na stavbě	Výroba ze směsi (silo)	Centrální betonárka	Ostatní	
Cement	0,02 t	0,01 t	0,00 t	0,00 t	Polystyrén	0,5 m2
Beton z výplachu	0,02 t	0,04 t	0,04 t	0,1 t	Lepenka	2,0 m2
Beton z dopravy	0,02 t	0,00 t	0,00 t	0,2 t	KARl síť	0,012 t
Štěrkořísek	0,06 m3	0,6 m3	0,00 m3	0,00 m3	Štěrkořísek	0,0 m3
Voda	0,05 m3	0,1 m3	0,1 m3	0,2 m3	Voda	0,2 m3

Obr. 4 – Příklad odpadové analýzy stavebního procesu

4. Závěr

V rámci své disertační práce se pokusím vytvořit model kalkulačních nákladů životního cyklu vztažený na problematiku likvidace stavebního odpadu. Těžiště bude spočívat v orientaci na technologie a postupy maximálně šetrné k životnímu prostředí. To znamená upřednostňování postupů jež dnes sice znamenají vyšší finanční vstupy, ale vzhledem k budoucnosti menší produkci odpadů a tím i nižší náklady na jejich likvidaci.

5. Seznam literatury

- [1] Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí
- [2] Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny
- [3] www.mmr.cz, oficiální web Ministerstva pro místní rozvoj ČR,
- [4] www.czso.cz, oficiální web a publikace Českého statistického úřadu

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

TECHNOLOGIE TRHACÍCH PRACÍ A UDRŽITELNÝ ROZVOJ

Tomáš Pokorný

Abstract

The progressive build-up process is not supposable only in "green-field" areas today. The new (and together more effective and ecological) trend is redevelopment of "brown-field" zones. During this process we can also use the modern movements in blasting technique – especially special shaped charges for destruction of thin-walled metal and concrete structures or special paste charges with variable energetic volume for demolition of massive constructions.

We have to assign basic material characteristic, evolve rightfulness of concurrence in the boundary of construction-charge layers, create mathematical model of pressure wave movement and specify the source code of PC simulation of structural collapse. We would be able to create the "type-project" of structures demolition using these results.

1. Úvod

Ochrana životního prostředí zahrnuje ochranu jeho jednotlivých složek, druhů organismů nebo konkrétních ekosystémů a jejich vzájemných vazeb, ale i ochranu životního prostředí jako celku (zákon č. 17/1992 Sb. O životním prostředí). Ochrana přírody a krajiny se zajišťuje mimo jiné i spoluúčastí v procesu územního plánování a stavebního řízení, s cílem prosazovat vytváření ekologicky vyvážené a esteticky hodnotné krajiny (zákon č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny).

Trvale udržitelný rozvoj je stav, kdy míra čerpání zdrojů nepřesahuje míru jejich vytváření. Z tohoto hlediska hraje stavební činnost jednu ze zásadních rolí. Důležitým prvkem ekologicky kompatibilního stavění je snaha minimalizovat objem odpadů, které vznikají při výrobě, výstavbě a obnově konstrukcí a konstrukčních vrstev nebo demolici dožívajících konstrukcí.

Při potřebě přechodu od výstavby na tzv. „greenfields“ k efektivnějšímu a ekologickému způsobu sanování a restrukturalizace tzv. „brownfields“ [1] se mohou uplatnit i moderní trendy trhací techniky – a to zejména speciální příložné náložky vhodné pro destrukci tenkostěnných kovových a železobetonových konstrukčních prvků a pastovité trhaviny s variabilním energetickým obsahem vhodné pro rozpojování (nejen) narušených masivnějších konstrukčních bloků.

2. Brownfields

Tzv. deprimující zóny – jsou všechny pozemky a nemovitosti uvnitř urbanizovaného území, které ztratily svoji původní funkci nebo jsou nedostatečně využité. Tyto nemovitosti také ekonomicky a fyzicky deprimují sebe sama i své okolí. Složitost a nákladnost na řešení problémů spojených s renovací a ozdravením pak tyto nemovitosti odrazují soukromý kapitál od účinné intervence. Termín „deprimující zóna“ je shodný s anglickým termínem „brownfield“.

3. Úplné demolice konstrukcí

Stavební díla se projektují a realizují s cílem co nejlépe sloužit účelům, pro které byly plánované. Každý stavební objekt je vystaven působení různých vlivů, které ho postupně znehodnocují až do stadia, kdy ztratí schopnost plnit svůj účel [2]. Čas má přímý dopad jak na přirozené stárnutí objektů, tak i na morální stav konstrukce [obr. 1].



Obr. 1 Pohled na část typické deprimující zóny s objekty určenými k demolici

Protože současné tempo záboru dosud nedotčených pozemků pro novou zástavbu není možné z pohledu udržitelného rozvoje akceptovat, upřednostňuje se výstavba na již dříve použitých pozemcích. V procesu stavebně-technologické přípravy takovéto výstavby pak technologická etapa demolice získává zásadní význam a předsouvá se na samý začátek prací (zatímco „běžný“ životní cyklus stavby je zjednodušeně definován jako předrealizační fáze – realizační fáze – provozní fáze – demolice) [3].

To, zda je či není vhodné objekt likvidovat odstřelem, vyplývá z vyhodnocení všech kritérií rozhodujících o způsobu provedení demolice. V zásadě je možné vycházet z toho, že každý stavební objekt je možné odstranit odstřelem, ale v některých případech to může být řešení násilné, nebezpečnější a nákladnější než provedení demolice jiným způsobem. Rozhodující vliv zde má náročnost opatření nutných k eliminaci nežádoucích vedlejších účinků odstřelu, tj. především prašnosti, vzdušné tlakové vlny a seismické vlny. Takováto situace nastává např. v blízkosti provozů s moderním přístrojovým vybavením citlivým na prach a vibrace nebo u památkově chráněných objektů.

Charakteristickým rysem destrukcí stavebních objektů je to, že prakticky každý odstřel má svůj osobitý charakter, a že v podstatě neexistují dva naprosto shodné. Ať už je to dáno rozdíly v konstrukci a stavu objektu nebo podmínkami, za kterých jsou trhací práce realizovány.

Při přípravě a provádění demoličních prací na pozemcích v tzv. deprimovaných zónách se lze setkat s několika typickými představiteli stavebních objektů – jedná se především o masivní zděné konstrukce, tenkostěnné kovové a železobetonové konstrukce, masivní betonové konstrukce a zařízení technologických celků.

- masivní zděné a betonové konstrukce:

destrukce silnostěnných konstrukčních systémů pomocí „standardní“ vývrtové trhací techniky je prakticky zvládnuta. Ať už se jedná o likvidaci nosných zděných stěn budov nebo betonových základových bloků. Hlavními nevýhodami tohoto postupu jsou především pracnost a zátěž okolí. Je třeba přenést vrtné schéma na stěny, vrtat v první pracovní výšce, smontovat a demontovat pomocné konstrukce pro činnosti ve druhé pracovní výšce, překontrolovat hloubku a geometrii vývrtů, nabíjet a těsnit nálože a propojovat přírodní vodiče. Proto byly v rámci několika grantových programů zkoumány možnosti nasazení speciálních technologií, konkrétně pastovitých trhavin a listových náloží [obr. 2]. Ačkoliv zvolená metodika zatím není ještě zcela optimální, první praktické zkušenosti z terénních zkoušek potvrdily správnost této cesty. U pastovitých trhavin se projevila výhoda snadné aplikace do špatně přístupných prostor, u listů zase velkoplošný tlakový účinek.



Obr. 2 Blok cihelného zdiva rozpojený náloží pastovité trhaviny

- tenkostěnné kovové a železobetonové konstrukce:

oblast destrukcí tenkostěnných konstrukcí je oborem, ve kterém je zřejmě nejlépe zvládnuto nasazení speciálních prostředků trhací techniky – zejména příložných usměrněných náloží. Tak jako mnoho jiných moderních technologií, má i rozvoj průmyslového užití kumulativních náloží svůj prapůvod v armádním výzkumu. Kumulativní náplně získaly široké uplatnění v období druhé světové války, především jako ženijní nálože s usměrněným účinkem a jako součásti střeliva určeného pro boj s tanky. Intenzivní výzkum pak pokračoval i v poválečném období a speciální kumulativní nálože našly své uplatnění nejen v nejrůznějších oborech vojenské techniky, ale i v civilním sektoru – např. při dělení materiálů [obr. 3] či při těžbě ropy. Ovšem i konstrukce a použití příložných náloží podléhají svému vývoji. Až donedávna se k rozpojování ocelových prvků běžně používaly „obyčejné“ příložné nálože na stříh, dimenzované prakticky podle vojenských vzorců. Jenže tyto výpočty předpokládají zajištění kolapsu likvidovaného objektu s několikanásobnou jistotou a bez ohledu na projevy vedlejších účinků odstřelů. Civilní trhací technika naopak vychází z principů maximální vykonané práce při minimálním možném vynaložení energie. Jen za těchto podmínek lze také udržet nežádoucí projevy vedlejších účinků odstřelů v rozumných mezích.



Obr. 3 Řez na ocelovém skříňovém nosníku rozpojeném usměrněnou náloží

„Klasická“ nálož na stříh má zhruba pětinasobnou potřebu trhaviny a ne vždy sto-procentně odvede požadovanou práci. Problematickými se jeví zejména místa styků, které se většinou předem „preventivně“ odlehčovaly přepálením plame-

nem. Navíc tato nálož představuje svojí konstrukcí v podstatě šrapnel a musí se tedy velmi pečlivě a pracně krýt. Zbytky prvků ochrany destrukčního řezu pak ještě znečišťují pracoviště a komplikují separaci jednotlivých vytěžených materiálů. Produkty výbuchu u kumulativní náložce se rozlétají prakticky kolmo k povrchu výdutě a vytvářejí spolu s roztaveným materiálem vložky usměrněný proud o vysoké rychlosti a probíjející schopnosti. Výsledný řez je tak spolehlivější a daleko „čistější“ než u předchozí varianty náložce.

- **technologické celky:**

specifickým oborem je likvidace starých továrních celků, a to především těžkého strojírenství. Je třeba nejenom demolovat stavební konstrukce jako takové, ale též rozpojit a manipulovat zbytky výrobní technologie, jež jsou častokrát reprezentovány např. ocelolitinovými podkladními bloky o hmotnosti v řádu i několika stovek tun [obr. 4]. Transport mimo bývalou výrobní halu většinou nepřipadá v úvahu z technických či prostorových důvodů a rozpojení konvenčními technologiemi je velice finančně náročné (při použití plazmového řezání se potřeba kyslíku nepočítá na jednotlivé tlakové lahve nebo kontejnery, ale rovnou na návěsy). A právě zde jsou největší rezervy pro použití speciálních technologií trhačích prací. Jako jedno z možných řešení se jeví realizace „vývrtů“ pomocí kruhových příložných usměrněných náloží a následné rozpojení materiálu trhavinou umístěnou do takto vzniklého prostoru (nedojde-li již dříve k porušení fundamentu šířícími se rázovou vlnou).



obr. 4: Příklad ocelolitinového podkladního bloku určeného k destrukci

4. Částečné demolice konstrukcí

Použití trhacích prací pro částečné demolice je stále ještě v zárodku. Před lety se v západní Evropě začalo experimentovat s tzv. miniodstřely, tj. s technologií zaměřenou na malé hmotnosti jednotlivých náloží, maloprůměrové vývrty a důkladné krytí destrukčního řezu. Vzhledem k rostoucí poptávce po nejrozumnějších přestavbách a renovacích budov lze očekávat také postupný nárůst významu miniodstřelů při těchto pracích.

Zejména u takových konstrukčních prvků, kde nebude reálné uvažovat s nasazením ruční práce a v prostorách, v nichž nebude možné nasadit ani lehkou mechanizaci. Konečně i tam, kde se stroje pro malý rozsah práce nevyplatí používat, je výhodnější nahradit ruční práci efektivní, komfortní a přitom cenově výhodnou technologií miniodstřelů. Velký důraz bude v tomto případě kladen na tvůrčí myšlení a na schopnost vzájemné operativní kombinace různých metod bouracích prací.

U problematiky částečných demolí je podstatný vliv odstřelu na konstrukci. Některé části konstrukce budou muset být zachovány – a to samozřejmě bez statického narušení. Paradoxně je jen zřídka věnována pozornost vzniku trhlin při použití klasických bouracích postupů, zatímco trhací práce mají otázky seismiky a vibrací ošetřeny již v projektu. Vibrace způsobené explozemi jednotlivých malých náloží při miniodstřelech se pohybují ve spektru vysokých kmitočtů, v podstatně menší sféře působení a za uvolnění minimálního množství energie. Též zatížení pracovníků je nízké.

5. Závěr

V zásadě se dá říci, že v současné době máme vytvořeny vyhovující materiální, technické i personální podmínky pro úspěšné, technicky správné a ekonomicky výhodné provádění demolí prakticky libovolných stavebních konstrukcí. Protože destrukce stavebních objektů odstřelem provádějí vysoce kvalifikovaní odborníci za dodržování poměrně přísných legislativních i bezpečnostních opatření, je možné tuto technologii označit za jednu z nejbezpečnějších a nejefektivnějších. Tam, kde existují příhodné místní podmínky, ji můžeme označit dokonce za optimální.

Z hlediska dalšího vývoje speciálních technologií je třeba především stanovit základní materiálové charakteristiky, odvodit zákonitosti spolupůsobení na rozhraní materiálových vrstev konstrukce a nálože, matematický model šíření detonační vlny materiálem a její přestup do volného prostoru a dopracovat počítačovou simulaci kolapsu objektu během procesu demolice tak, aby na jejím základě bylo možno výhledově vytvářet typové projekty.

Literatura

- [1] Pospíchal, V.: Promítnutí změny výrobní rychlosti do nákladů stavby In: Zborník príspevkov z VIII. vedeckej konferencie Stavebnej fakulty Technickej univerzity v Košiciach. 2007, ISBN 978-80-8073-792-4.
- [2] Kozlovská, M., Kukel, R.: Innovation of Building Site Supply Models from Point of Logistics. In: *Selected Scientific Papers*, vol. 2, No 1, 2007. TU Kosice. ISSN 1336-9024
- [3] Bašková, R.: Building Process Time Structure Modelling. In: *Selected Scientific Papers*. Journal of Civil Engineering. TU v Košiciach, 2007. ISSN 1336-9024

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

STATISTIKY RESORTU ZEMĚDĚLSTVÍ JAKO TVŮRCE PŘÍLEŽITOSTÍ PRO STAVEBNÍ PRŮMYSL

Karel Polák

Abstract

Within the scope of searching for new marketplaces, where the sector of the building industry could develop, it is necessary to name the relations among detached economic departments. The agriculture is a sector, which is able to offer building industry the wide space for realization. Nowadays, it is necessary to search a ways how to realize among-professional cooperation in a high quality and so that all the production, economic, ecological and last but not least urbanism requirements of the society and of the single economic subjects are met. Achievement of the first-rate cooperation among these resorts is the basic pillar of preservation of the nature and modern countryside development, where the agriculture is still one of the main economic and landscape forming subject.

1. ÚVOD

V rámci hledání nových trhů, kde by se mohl rozvíjet sektor stavebnictví, je třeba pojmenovávat vztahy mezi jednotlivými ekonomickými resorty. Zemědělství je sektor, který může nabídnout stavebnictví široký prostor k realizaci. Nyní je třeba hledat cesty, jak kvalitně realizovat mezi-oborovou spolupráci tak, aby docházelo k uspokojení veškerých výrobních, ekonomických, ekologických a v neposlední řadě urbanistických požadavků společnosti i jednotlivých ekonomických subjektů. Dosažení kvalitní kooperace mezi těmito resorty je základním pilířem udržení rázu a moderního rozvoje venkova, kde je zemědělství stále jedním z hlavních ekonomických a krajinných subjektů. Z historie České republiky vyplývá, že zemědělství má dlouholetou tradici, a s tím je spojen i fakt, že je tu vybudováno mnoho staveb sloužících tomuto odvětví. Před rokem 1989 většina zemědělských podniků měla ve své struktuře stavební skupiny, které se zabývaly výstavbou a údržbou staveb. Po změnách v roce 1989 se ovšem většina těchto skupin osamostatnila a vznikly malé a středně velké stavební firmy, které se zaměřily na lukrativnější typy výstavby např. bytovou. Tím byla téměř přerušena spolupráce těchto resortů a zemědělské podniky téměř přestaly investovat do potřebných stavebních úkonů. V současné době je zemědělství sektor, který nebudí příliš velký zájem u ostatních odvětví. Ve vztahu ke stavebnictví by tomu ovšem být nemělo. Odvětví zemědělství nabízí široký prostor k realizaci stavebních firem jak v rámci údržbových prací, rekonstruování staveb pro nové technologie, tak i pro budování nových děl.

2. STATISTICKÉ ÚDAJE

2.1 Statistika zemědělské produkce v letech 2001-2004

Tabulka zemědělské produkce ukazuje, že tento sektor neustále pracuje s velkými finančními toky a objemy materiálů a produktů. Zemědělská produkce po roce 1989 prudce degradovala. Důvodem byl odliv pracovníků do jiných odvětví. Vyrovňování restitučních nároků a celková změna tržního prostředí pro zemědělce, kdy

Karel Polák, Ing.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra technologie staveb
Tháškova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice
tel.: +420 737 122 557, e-mail: k.polak@centrum.cz

dodnes existuje určité procento podniků, které se nedokázalo adaptovat do nového ekonomického prostředí.

ZEMĚDĚLSTVÍ				
	2001	2002	2003	2004
Produkce zemědělského odvětví (mil. Kč, b.c.)	110 102	102 290	93 671	115 530
z toho: rostlinná	²⁾ 55 324	50 921	43 927	62 789
živočišná	²⁾ 53 813	48 319	46 376	48 868
Zemědělská půda k 31. 12. (tis. ha)	4 277	4 273	4 269	4 265
z toho orná půda	3 075	3 068	3 062	3 055
Lesní pozemky	2 639	2 643	2 644	2 646
Osevní plocha celkem ¹⁾ (tis. ha)	2 963	2 686	2 571	2 666
z toho: obiloviny celkem	1 627	1 562	1 452	1 607
pícniny na orné půdě	673	527	513	501
Hektarové výnosy sklizně ¹⁾ (t)				
obiloviny celkem	4,52	4,33	3,95	5,46
z toho pšenice	4,85	4,56	4,07	5,84
brambory celkem	20,88	23,51	18,97	23,96
cukrovka technická	45,41	49,45	45,20	50,34
řepka	2,84	2,27	1,55	3,60
Sklizeň ¹⁾ (tis. t)				
obiloviny celkem	7 338	6 771	5 762	8 784
z toho pšenice	4 476	3 867	2 638	5 043
brambory celkem	1 130	901	683	862
cukrovka technická	3 529	3 833	3 495	3 579
řepka	973	710	388	935
Na 1 ha zemědělské půdy: ¹⁾				
sklizeň zrnin (kg)	1 736	1 872	1 588	2 443
brambor (kg)	264	247	186	237
cukrovky (kg)	825	1 049	953	986
výroba masa (kg ž. hm.)	185	216	211	199
mléka (l)	631	747	721	709
vaječ (kusy)	746	501	507	466

¹⁾ od roku 2002 pouze zemědělský sektor

²⁾ vč. nezemědělských vedlejších činností (neoddělitelných)

Další faktory, které zapříčiňují neustálý pokles zemědělské výroby:

- kvóty a limity, kterými se Evropská unie snaží snížit zemědělskou produkci nových členských zemí
- přetrvávající nevyřešené majetkové poměry v zemědělství
- zvyšující se normové nároky na hygienu a kvalitu výsledných produktů
- zavádění šetrnějších a nákladnějších ekologických způsobů hospodaření

Bylo by ovšem nenahraditelnou chybou nechat zaniknout vybudované bohatství, které je schopno zajišťovat původní funkce zemědělství.

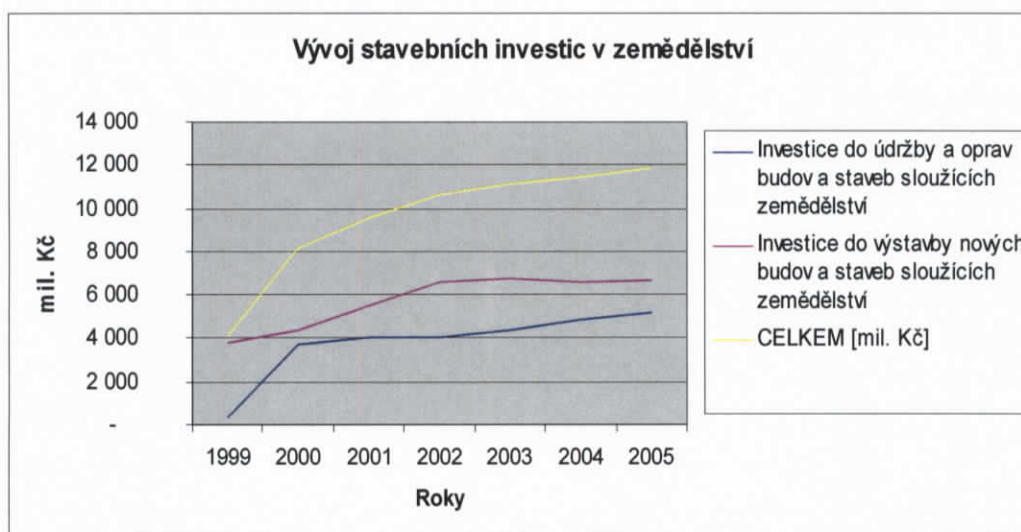
2.2 Statistika hodnoty hmotného investičního majetku v zemědělství v letech 1985-2004

Vývoj hodnoty hmotného investičního majetku v zemědělství v ČR				
	1985	1995	2000	2004
Základní prostředky v zemědělství (mil. Kč)	190 426	233 600	297 462	365 800
z toho: pozemky	3 047	3 738	4 759	5 853
budovy, haly, stavby	106 258	124 372	189 283	227 669
stroje a zařízení	56 747	75 590	65 344	85 456
základní stádo	15 996	19 622	24 987	30 727
ostatní	8 379	10 278	13 088	16 095
Počet stálým pracovníků (tis. osob)	1 133	533	200	165

Z této tabulky vyplývá, že hodnota zemědělského majetku ve stavbách je velmi vysoká a zaslouží si pozornost.

2.3 Vývoj investic zemědělství do stavebních prací v letech 1999-2005

ROKY	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Investice do údržby a oprav budov a staveb sloužících zemědělství	356	3 739	4 068	4 060	4 360	4 850	5 160
Investice do výstavby nových budov a staveb sloužících zemědělství	3 748	4 390	5 490	6 600	6 750	6 560	6 700
CELKEM [mil. Kč]	4 104	8 129	9 558	10 660	11 110	11 410	11 860



Z těchto statistik vyplývá, že objem investovaných prostředků do údržby a modernizace sektoru zemědělství jsou v procentuálním poměrném porovnání s investicemi do bytového fondu minimální. V současné době vzhledem ke vstupu ČR do Evropské unie, je třeba výrobní zemědělské prostory přizpůsobit novým normám, tak aby produkty zemědělství byly stále konkurence schopné, a lze proto předpokládat nárůst investic do staveb. Další faktor, který jen podtrhuje nutnost se touto problematikou zabývat, je čas. Většina z fondu zemědělských staveb, byla vystavěna v době před rokem 1989 a blíží se hranice jejich technické a morální životnosti.

2.3.1 Stavby pro živočišnou výrobu je nutné rekonstruovat kvůli:

- zvyšujícím se nárokům pro chov dobytka tzv. požadavek welfare (chov za použití technologií, které umožňují zdravé a produktivní ustájení dobytka)
- snižování mzdových nákladů na ošetřování a chov (automatizace a zvyšování produktivity práce)
- zvyšujícím požadavkům na hygienu a kvalitu prostředí a výsledných produktů
- snižování spotřeby energií
- zvyšování ekologické stability těchto výrobních farem

2.3.2 Stavby pro rostlinnou výrobu je nutné rekonstruovat kvůli:

- zdokonalování přidružených strojních technologií na zpracování produktů
- zvyšování norem a požadavků na kvalitu produktů
- snižování mzdových nákladů
- snižování spotřeby energií

2.3.3 Stavby pro mechanizační prostředky je nutné rekonstruovat kvůli:

- změně používaných technologií
- změně struktury servisních opatření pro stroje
- snižování mzdových nákladů
- snižování spotřeby energií

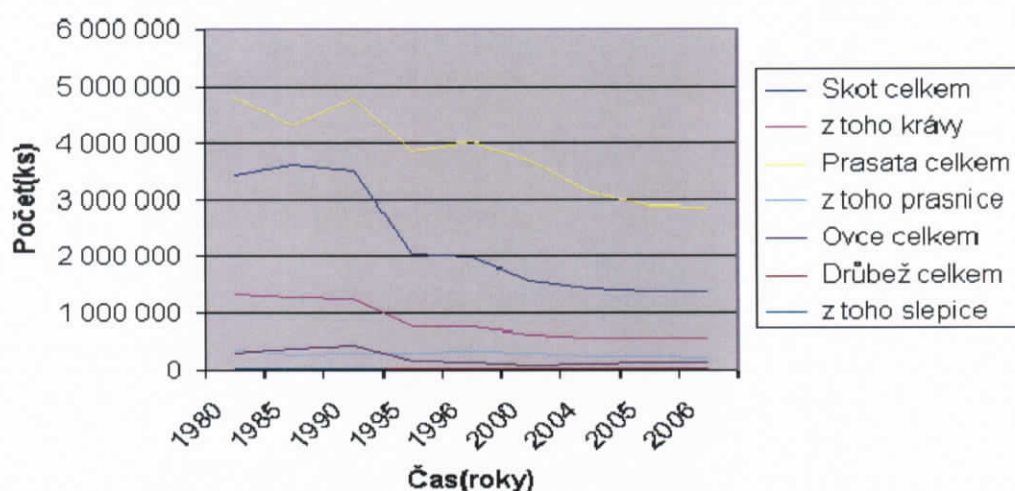
2.4 Vývoj stavů hospodářských zvířat v letech 1980-2006

Vývoj stavů hospodářských zvířat v letech 1980 až 2006

Území: Česká republika

Ukazatel	1980	1985	1990	1995	2004	2005	2006
Skot celkem [ks]	3 428 954	3 602 741	3 506 222	2 029 827	1 428 329	1 397 308	1 373 645
z toho krávy [ks]	1 318 952	1 285 867	1 236 218	768 236	572 887	573 724	563 723
Prasata celkem [ks]	4 796 932	4 299 037	4 789 898	3 866 568	3 126 539	2 876 834	2 840 375
z toho prasnice [ks]	364 620	281 647	310 869	295 328	250 842	232 499	228 961
Ovce celkem [ks]	290 134	372 941	429 714	165 345	115 852	140 197	148 412
Drůbež celkem [tis. ks]	31 926	31 899	31 981	26 688	25 494	25 372	25 736
z toho slepice [tis. ks]	14 591	16 070	15 437	12 029	6 394	5 941	6 316

Vývoj stavu chovaného dobytka



Z těchto údajů vyplývá, že v 90tých letech došlo k rapidnímu poklesu počtu chovaných zvířat. Uvolněné stájové kapacity jsou ve většině případů dodnes nevyužity. Tyto stavby jsou často v havarijním stavu a jsou zdrojem nepříjemných problémů pro své okolí. Tyto nevyužité stavby lze vyčlenit z tržní zemědělské produkce a přestavět je pro jiné výrobní obory. Stejně je tomu i u staveb pro rostlinnou produkci. Například sklady halového typu, které nejsou stavěny pro speciální zemědělské technologie jsou velmi vhodné pro adaptaci na jinou výrobu. Jedná se o šetrný způsob hledání výrobních prostor, při němž nedochází k zabírání nezastavěné půdy a lze současně využít stávající infrastruktury. Navíc tento způsob řeší problém vznikajících nevyužitých prostor na venkově, které jsou následně zdrojem problémů sociálních a ekonomických, v rámci lokální zaměstnanosti.

2.5 Podpora zemědělských investic

Je třeba si také uvědomit, že zemědělské stavby jsou nedílnou součástí českého venkova a v zájmu zachování urbanistického rázu venkova je třeba se o ně starat a hledat alternativy jejich využití. I v tomto směru se nabízí zajímavý prostor stavební obory, aby pomohly najít kvalitní řešení, neboť český venkov a zemědělství získá v letech 2007 až 2013 z nového Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova více peněz, než se původně počítalo. ČR při posledním rozdělování peněz získala z fondu na sedm let 2,8 miliardy eur. S národním spolufinancováním suma dosahuje 3,6 miliardy eur, tedy asi 102 miliard korun. Původní předpoklad byl zhruba 93 miliard korun.

Peníze z fondu se budou čerpat v rámci programu rozvoje venkova na roky 2007 až 2013, který zahrnuje řadu opatření - od dotací na údržbu krajiny, přes modernizaci zemědělství a potravinářství, rozšiřování pracovních příležitostí na venkově až po zlepšování životního prostředí a lesnické dotace. Podpory navazují na současný Operační program zemědělství a Horizontální plán rozvoje venkova, které sloužily k čerpání evropských fondů v letech 2004 až 2006.

2.6 Přínosy projektu

Z pohledu udržitelného rozvoje a zachování hospodářského růstu venkova je hledání a zvýšení efektivní spolupráce sektoru zemědělství a stavebnictví přínosem. Správně vedené investice do fondu zemědělských staveb představují podstatné zlepšení sociálně-ekonomické situace na českém venkově.

Mezi další přínosy projektu lze zařadit zejména:

- vytvoření pomocného nástroje k efektivnímu zavádění nových, ekologicky šetrných, výrobních technologií,
- zaměření na alternativní možnosti spolupráce zemědělství na vytváření obnovitelných zdrojů energií,
- strategická podpora malého a středního podnikání a vytváření regionální hospodářské stability,
- pozitivní dopady na zaměstnanost a sociální stav na českém venkově.

3. ZÁVĚR

V českém hospodářství existují odvětví s nevyužitým rozvojovým potenciálem. Jde především o oblasti související se zemědělstvím a částmi zpracovatelského průmyslu (sklářství, textilní průmysl, potravinářský a dřevozpracující průmysl). Nevyužité kapacity zmíněných oblastí ekonomiky způsobují v mnoha regionech malou intenzitu výroby a následné ekonomické i sociální problémy. Dlouhodobé strategie rozvoje by měly s maximální efektivitou sledovat potenciál hospodářských aktivit, které jsou charakteristické minimální spotřebou neobnovitelných primárních zdrojů. Takovéto aktivity jsou zpravidla polohově nezávislé a vyskytují se téměř rovnoměrně po celém území republiky. Využívání objektivních podpůrných nástrojů pro tvorbu konkrétních strategií rozvoje je zásadním předpokladem ke splnění požadovaných cílů.

POUŽITÁ LITERATURA:

KNAPO, A. Poľnohospodárske stavby 301-04-18, Bratislava 1964
DOLEŽAL, O. Technologie a technika chovu skotu, SCHS 1996

ČUNDRLE, V. Úspěšné podnikání v zemědělství, ISBN 80-902411-1-5

Internetový portál Českého statistického úřadu:

http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/intrastat_new

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

PŘÍČINY TVORBY TRHLIN SAMONIVELAČNÍCH ANHYDRITOVÝCH POTĚRŮ

Miloslava Popenková

Abstract

Functionality of surface layers is displayed by ability to resist a mechanical load which can be characterized mainly by a static, dynamic, fatigue and pulse effect of productive running. For any used product this means the necessity to adhere any required parameters of the technological procedures at their realization. By the correct regulation of a screed floor cover is possible to eliminate a creation of ineligible cracks. This article refers to some of many defects in the realization of surface layers on the basis of the analysis of procedures, evaluates acquired information and recommends the proposal for their saving.

1. Úvod

Lité samonivelační potěry na bázi kalciumsulfátu částečně nahrazují betonové a cementové potěry. Vykazují nižší pracnost, rychlejší nárůst pevnosti a téměř dokonalou rovinnosti. Za předpokladu realizace opatření proti průniku vody, lze tyto potěry aplikovat též ve vlhkých prostorách (nedoporučují se však pro prostory trvale vlhké – pojivo není hydraulické, působením vlhka bobtná a ztrácí svou pevnost). Anhydritovou směs je možno použít jako potěr na oddělovací vrstvě nebo jako vrstvu plovoucí. Pro svou velmi dobrou tepelnou vodivost a spolehlivé obalování topného potrubí se aplikuje i pro podlahy s podlahovým topením, pro dutinové podlahové systémy, dvojité podlahy a modernizaci dřevěných trámových stropů. Po provedení příslušných úprav může sloužit i jako nášlapná vrstva. Potěry na bázi kalciumsulfátu mají velkou pevnost v tahu za ohybu, a proto je lze provádět v menších tloušťkách (redukce tloušťky podlahového souvrství).

2. Zásady návrhu a realizace anhydritových potěrů

Anhydritový potěr je vyroben z pojiva na bázi síranu vápenatého, kameniva, vody a chemických přísad ovlivňujících jeho zpracovatelnost a jeho konečné vlastnosti. Jakost provedení ovlivňuje nejen vlastní realizace, ale i návrh tloušťky potěru a rozmístění smršťovací spár. Vzhledem ke skutečnosti, že tyto parametry jsou v praxi nejčastější příčinou poruch, je jejich problematika v příspěvku dále rozparcována.

3. Tloušťky anhydritových potěrů

V závislosti na konstrukčním systému podlah (sdružený potěr, plovoucí potěr apod.), účelu místnosti (různý účel použití – různé zatížení) a následných povrchových úpravách (dlažba, laminátová podlaha, koberec apod.) se volí a aplikuje tloušťka litého potěru:

➤ **tloušťky potěrů v závislosti na konstrukčním systému podlah**

- sdružený potěr 25-50 mm
- oddělený potěr 30-50 mm
- plovoucí potěr 35-50 mm (na akusticky izolační vrstvě)
- min. tloušťka vrstvy nad trubicou podlahového topení: 35 mm

➤ **tloušťky potěrů v závislost na zatížení a podkladu**

- Obecně platné minimální tloušťky anhydritových litých potěrů v závislosti na podkladu při zatížení do 2 kN/m²:

pevná konstrukce /beton/ se separační vrstvou ze speciálního papíru nebo PE fólie (potěr na oddělovací vrstvě)	30 mm
měkký podklad - tepelná nebo kročejová izolace se stlačitelností do 5 mm (plovoucí potěr)	35 mm
měkký podklad - tepelná nebo kročejová izolace se stlačitelností od 5 mm do 10 mm (plovoucí potěr)	45 mm
podlahové topení (vytápěný potěr) - nad nejvyšším bodem topných trubek	35 mm

- Obecně platné minimální tloušťky anhydritových litých potěrů v závislosti na podkladu při zatížení do 3 kN/m²:

pevná konstrukce /beton/ se separační vrstvou ze speciálního papíru nebo PE fólie (potěr na oddělovací vrstvě)	30 mm
měkký podklad - tepelná nebo kročejová izolace se stlačitelností do 5 mm (plovoucí potěr)	45 mm
podlahové topení (vytápěný potěr) - nad nejvyšším bodem topných trubek	40 mm

- Obecně platné minimální tloušťky anhydritových litých potěrů v závislosti na podkladu při zatížení do 5 kN/m²:

pevná konstrukce /beton/ se separační vrstvou ze speciálního papíru nebo PE fólie (potěr na oddělovací vrstvě)	30 mm
měkký podklad - tepelná nebo kročejová izolace se stlačitelností do 3 mm (plovoucí potěr)	40 mm
podlahové topení (vytápěný potěr) - nad nejvyšším bodem topných trubek	45 mm

4. Spáry v anhydritových potěrech

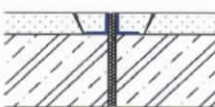
Potěry na bázi síranu vápenatého se vyznačují téměř stabilním prostorovým chováním během fáze tuhnutí a vysoušení. Proto je možné velkoplošné pokládání bez umístění dilatačních spár z důvodů smršťování u vytápěných i nevytápěných potěrových konstrukcí.

V některých případech lze však tyto spáry doporučit. Spáry jsou nutné v místech přechodu mezi různými výškami potěrů a tam, kde jsou dilatační spáry v podkladu. Rovněž je vhodné vytvořit dilatační spáry v oblasti dveří a dále u ploch s vystupujícími rohy, osamělými sloupy a ploch s jinak nepravidelnými půdorysy (např. místnosti do „L“, do „U“, úzké chodby apod.)

4.1 Druhy spár

➤ **Konstrukční spára** - spára probíhající stavební konstrukcí, která se bezpodmínečně provede i ve vrstvě potěru, a to ve stejném místě a o stejné šířce. Umožňuje nezávislé pohyby touto spárou oddělených částí konstrukcí. Spára ve většině případů prostupuje celým objektem a zabraňuje přenosu napětí vzniklých např. poklesem jedné části, teplotní roztažností atd. Konstrukční spára probíhající i ve vrstvě potěru v něm plní funkci dilatační spáry. Realizuje se vložením pružného materiálu o požadované tloušťce a stlačitelnosti do speciálně připravených profilů přilepených k podkladu v celé své ploše. Takto připevněné profily zabraňují vtečení mokré směsi do spáry.

Chybně

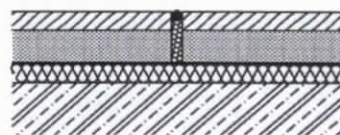


Správně

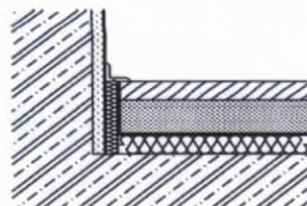


➤ **Pohybová spára** - spára umožňující volné a nezávislé pohyby jednotlivých desek potěru, způsobené smršťováním nebo změnou rozměrů desek při kolísání teplot. Provádí se u oddělených a plovoucích potěrů, a to na celou výšku průřezu potěru. Realizuje se vložením pružného materiálu o požadované tloušťce a stlačitelnosti a speciálních profilů přilepených k podkladu v celé své ploše tak, aby se zabránilo vtečení mokré potěrové směsi do spáry.

Pro zajištění stejné úrovně hladin potěrů v jedné místnosti, oddělených pohybovou spárou, lze v dělicím profilu vyřezat otvory ke sjednocení přilehlých hladin. Podmínkou této úpravy je lití celé místnosti najednou. Po zatuhnutí je nutno takto vytvořené můstky proškrábnout, aby se jednotlivé desky oddělily.

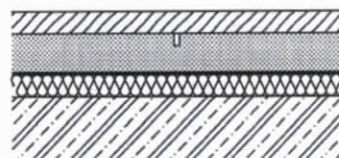


➤ **Okrajová spára** - je z hlediska své funkce dilatační spárou mezi potěrem a stěnou, jakož i mezi potěrem a jinými prostupujícími prvky (např. instalace). Spára je zpravidla vytvořena zabudováním okrajového izolačního pásu. Tloušťka okrajového pásu je závislá na změně teploty, velikosti plochy a na koeficientu tepelné roztažnosti, popřípadě stupni bobtnání materiálu. Je uvedena v technickém listě výrobce. Má-li okrajová spára plnit též funkci akusticky izolační, musí být páska tvořící tuto spáru ke stěnám buďto přilepena nebo přichycena v oblasti nad budoucí nášlapnou vrstvou tak, aby připojovací prostředky nevytvářely vodící mosty pro kročejový hluk. Přecházející část dilatačního obvodového pásu smí být odříznuta



až po zhotovení a vyspárování definitivní pochozí vrstvy (dlažby, parketových dílců) popř. po přilepení podlahoviny (textil, guma, korek, plast apod.) Pozn.: do obvodové dilatace se nezanesou zbytky malty, které by jinak vytvářely nežádoucí lokální zábrany pohybů, vnášely do potěru nepředpokládaná horizontální tahová napětí a usnadňovaly přenos kročejového hluku do okolních konstrukcí.

➤ **Nepravá spára, smršťovací spára** - spára v části tloušťky potěru předurčující polohu nepravidelných smršťovacích trhlin nebo délkových změn způsobených smršťováním. Provádí se v horní části průřezu zhruba do 1/3 - 1/2 tloušťky čerstvého potěru. Na základě téměř stabilního prostorového chování během fáze tuhnutí a vysoušení litých potěrů na bázi kalciumsulfátů se nepravé spáry v těchto potěrech cca do plochy 1000 – 1500 m² neprovádějí.



4.2 Projektování spár

4.2.1 Potěry bez podlahového topení

Obvykle postačí provedení okrajových spár. I tyto spáry se provádějí pouze z důvodů zvýšení kročejové neprůzvučnosti. Při předpokládaném rozsáhlejší nebo nerovnoměrném oslunění podlahy (velkými okny nebo prosklenými stěnami) se doporučuje dilatačními spárami rozdělit každou plochu o délce větší než 20 m. Spáry je třeba přizpůsobit geometrii prostoru, vzhledu povrchu a rozměrům podlahoviny.

4.2.2 Potěry s podlahovým topením

Při zahřívání vytápěných potěrových konstrukcí je třeba rozlišovat mezi:

- celoplošně vytápěnými potěry
- neceloplošně vytápěnými potěry.

➤ Neceloplošně vytápěné potěry

Tyto podlahy obsahují topné prvky pouze částečně. Tím vznikají vytápěné a nevytápěné dílčí plochy, které mají být zásadně nezávisle na geometrii prostoru mezi sebou odděleny spárou. Sem nepatří okrajové zóny široké méně než 1 metr, jako např. pod kuchyňskou linkou.

➤ Celoplošně vytápěné potěry, potěry s podlahovým topením

Spáry pro celoplošně vytápěné potěry se doporučují navrhovat dle geometrie prostoru. Hrany by neměly být delší než 10 m, u pružných (elastických) podlahovin více než 20 m. Po obvodě všech stěn, sloupů a pevných konstrukcí procházejících podlahou je nutno umístit okrajové pásy. Případné dilatační spáry by měly být překříženy pouze přípojným potrubím a to jen v jedné úrovni. V tomto případě by měla být přípojná potrubí opatřena pružnou ochrannou trubicí v délce přibližně 0,3m (DIN 18560 část 2). Doporučuje se uzpůsobit návrh tak, aby spárou procházelo co nejméně vedení. Dilatační spáru je nutno navrhnout mezi různě vytápěnými podlahami.

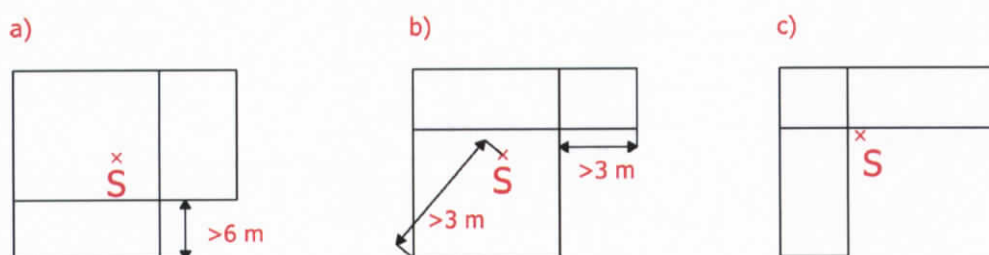
4.2.3 Spáry podle geometrie podlahy

➤ **Jednoduché plochy větších rozměrů, obdélníkové plochy** - umístění dilatačních spár u potěrů pod tuhé podlahoviny se doporučuje u ploch, jejichž hrana je delší než 10 m, a u potěrů pod pružné podlahoviny se doporučuje u ploch, jejichž

hrana je delší než 20 m. Stejně maximální rozměry jsou stanoveny pro obdélníkové plochy vytápěných potěrů.

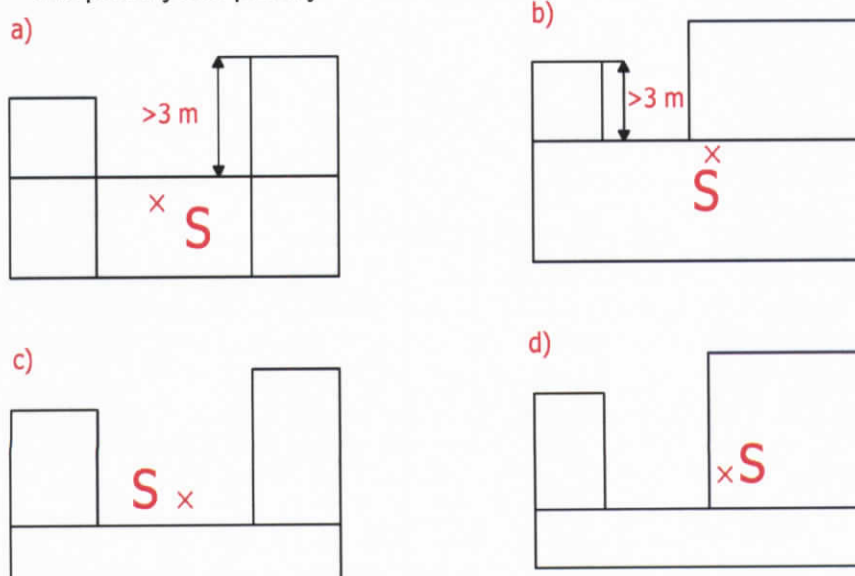
➤ **Plochy o půdorysu L** - pro projektování spár u ploch do L má význam poloha těžiště celé potěrové plochy. Je rozhodující, zda těžiště celé plochy leží ve středu, v některém rameni nebo mimo plochu. Pro tyto účely se celý půdorys rozdělí na jednotlivé obdélníky (střední obdélník a ramena) a stanoví se poloha těžiště celého půdorysu. Provedení dilatačních spár se doporučuje, jestliže těžiště leží:

- uvnitř středního obdélníku a vyložení kratšího z ramen je větší než 6 m
- uvnitř některého z ramen a vyložení kratšího z ramen je větší než 3 m
- uvnitř některého z ramen a jeho vzdálenost od vnějšího rohu ramene je větší než 3 m
- vně půdorysné plochy, nezávisle na délce ramene



➤ **Plochy o půdorysu U** - podobně jak u ploch do L pro určení dilatace má největší význam poloha těžiště. Půdorys se rozdělí na jednotlivé obdélníky (základna a ramena) a stanoví se poloha těžiště celého půdorysu. Provedení dilatačních spár se doporučuje, jestliže těžiště leží:

- uvnitř střední části základny a vyložení některého z ramen je větší než 3 m
- v postranní části základny a vyložení protilehlého ramene je větší než 3 m
- uvnitř některého z ramen
- vně půdorysné plochy



➤ **Plochy s dveřními prostupy** - aby bylo možné určit, zda dilatace je nutná nebo ne, je třeba nejprve zjistit největší půdorysnou délku potěru. Provedení pohybových spár v oblasti dveřních prostupů se doporučuje, jestliže:

- u potěrů pod tuhé podlahoviny je tato půdorysná délka větší než 5 m
- u potěrů pod pružné podlahoviny je tato půdorysná délka větší než 7 m
- navazující místnosti budou vytápěny na různou teplotu (např. koupelna a ložnice).

Po rozdělení na dílčí plochy podle výše uvedených údajů se opět posoudí jejich největší půdorysná délka a případně se provede další rozdělení dílčích ploch.

➤ **Další pokyny** - finální povrchovou úpravu je nutno dilatovat podle předpokládaného zatížení (převážně teplotního). Jelikož mají dilatační spáry podstatný vliv na vzhled podlahy, doporučuje se, aby projektant konečnou polohu spár (s výjimkou konstrukčních, které jsou dány konstrukcí) určil ve spolupráci s architektem nebo konečným uživatelem.

5. Kontrola jakosti

Kontrolní činnost je nutné směřovat nejenom k přejímce podkladních vrstev nebo ke kontrole jakosti finálních prací, ale i kvality anhydritové směsi a vstupních materiálů.

5.1 Kontrola kvality anhydritové směsi a vstupních materiálů

Pro zamezení pozdějších poruch je vhodné dodávané anhydritové směsi průběžně kontrolovat. Doporučuje se provádět kontrolu veškerých vstupních materiálů tak, aby byly splněny předpoklady pro zajištění stálé jakosti potěru. Průkazní zkoušky se provádějí před započítím prací s uvažovanými surovinami a v průběhu prací při jakékoliv změně surovin nebo poměru míšení komponentů.

Průkazní zkoušky zahrnují zkoušky složek anhydritové směsi (anhydrit: zkouší se jemnost mletí, normální hustota, počátek a konec tuhnutí, pevnost v tlaku a v ohybu; plastifikátor: zkouší se účinnost v anhydritovém pojivu, počátek a konec tuhnutí anhydritové kaše s přídavkem plastifikátoru; kamenivo: zkouší se zrnitost, humusovitost, obsah odplavitelných částic, vlhkost) a zkoušky zatvrdlé anhydritové směsi (zkouší se pevnost v tlaku a v tahu za ohybu na trámečcích 40 x 40 x 160 mm).

5.2 Kontrola kvality provedeného anhydritového potěru

Při přejímce je nutno kontrolovat rovinnost a hladkost povrchu. Rovinnost se zjišťuje 2 m latí ve směru délky, šířky a obou diagonál. Při měření se doporučuje zaměřit též pozornost na kontrolu rovinnosti v problematických místech (rohy místnosti, střed místnosti). Připouští se max. odchylky od roviny 2 mm / 2 m délky. Povrch nesmí být prašný, popraskaný, nestejnorodý a znečištěný. Povrch nesmí obsahovat šlem – ten je nutno zbrousit (zejména pod nášlapné vrstvy podlah realizované lepením).

6. Závěr

V příspěvku uvedené požadavky na tloušťku a dilataci potěru jsou pouze dílčími faktory podmiňujícími kvalitu provedeného potěru. Dalšími příčinami podílejícími se na poruchách potěrů na bázi kalciumsulfátu jsou vady obsažené v projektové doku-

mentaci nebo projektová dokumentace pro realizaci neúplná, nezabezpečení objektu před průvanem, nezastínění oken, shrnutá event. jinak chybně provedená separační vrstva, nezamezení větrání v prvních 24 hodinách, lití potěru při nízkých teplotách, nenanášení potěru pohybem hadice sem a tam, nedostatečné odvědušnění a úprava povrchu, vnik vody do potěru, nezamezení větrání v prvních 24 hodinách, nedostatečné větrání po 24 hodinách aj.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

PROJEKT Z HLEDISKA VEŘEJNÉHO ZÁJMU

Václav Pospíchal

Abstract

Project documentation requirements are mainly concentrated on design of construction and dispositional solution, meeting of required technical parameters and minimal price for project processing. This situation is unsuitable, because project documentation with concentration to sustainable building leads or importantly influences work in the phase of realisation, using, reconstruction, deconstruction or demolition. In this article I would like to point up some aspects, which has the designer to concentrate on, especially for orders paid from public resources.

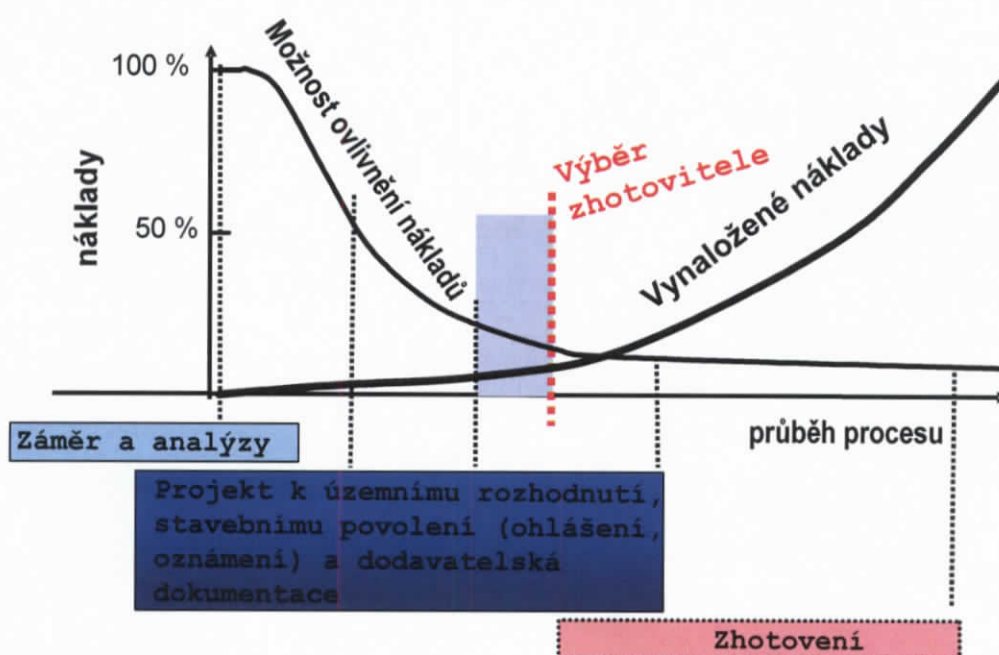
1. Projekt jako předmět veřejného zájmu

Požadavky na projektovou dokumentaci jsou většinou zaměřeny na vzhled stavby a dispoziční řešení, dosažení požadovaných technických parametrů a minimální cenu za zpracování projektu [1]. Tento stav je naprosto neuspokojivý, neboť projektová dokumentace s ohledem na udržitelnou výstavbu určuje či alespoň významně ovlivňuje dílo ve fázi realizace, užívání, rekonstrukce, dekonstrukce nebo demolice [2]. V tomto článku bych rád poukázal na některé aspekty, na které by se měl projektant zaměřit, zejména u zakázek hrazených z veřejných prostředků.

2. Celková cena za dílo

Celková cena díla, (kromě nákladů spojených s provozem stavby) která je ovlivnitelná zpracovatelem projektu se skládá z těchto hlavních částí:

- Cena za vypracování jednotlivých částí projektu včetně autorského dozoru. V tomto případě není důležitá cena za projekt, protože je to jen zlomek ceny celkové, ale cena za realizaci. Bohužel zejména u veřejných zakázek toto není zohledněno, neboť hlavním kritériem pro výběr zhotovitele projektové dokumentace je odměna za zpracování projektu, nikoli celkové náklady. Na grafu č. 1. je ukázána výše vynaložených nákladů na celý proces výstavby (bez nákupu pozemku) a možnost ovlivnění této celkové výše. O celkových nákladech tedy rozhoduje projektant.
- Cena za zhotovení stavby. Jak již bylo výše uvedeno, o ceně stavby se rozhoduje zejména ve fázi projekční, přičemž vhodným výběrem zhotovitele a kvalitním dozorem během výstavby lze náklady ovlivnit mnohem méně.
- Náklady spojené s údržbou. Projektant by měl při návrhu porovnat jednotlivé konstrukce i s ohledem na náklady jejich údržby, neboť některé z hlediska ceny výstavby výhodné konstrukce svými vysokými náklady na údržbu vlastně vůbec výhodné nejsou. Jedná se zejména o konstrukce, kde se nepředpokládají zásahy do nich či jejich výměna během převažující doby životnosti.
- Náklady na rekonstrukce během životnosti stavby. Spolu s náklady na údržbu je nutné stanovit požadovanou životnost jednotlivých konstrukcí (někdy bude rozhodující morální životnost) a navrhnout jednotlivé konstrukční prvky tak, aby je bylo možné jednoduše a levně vyměnit.

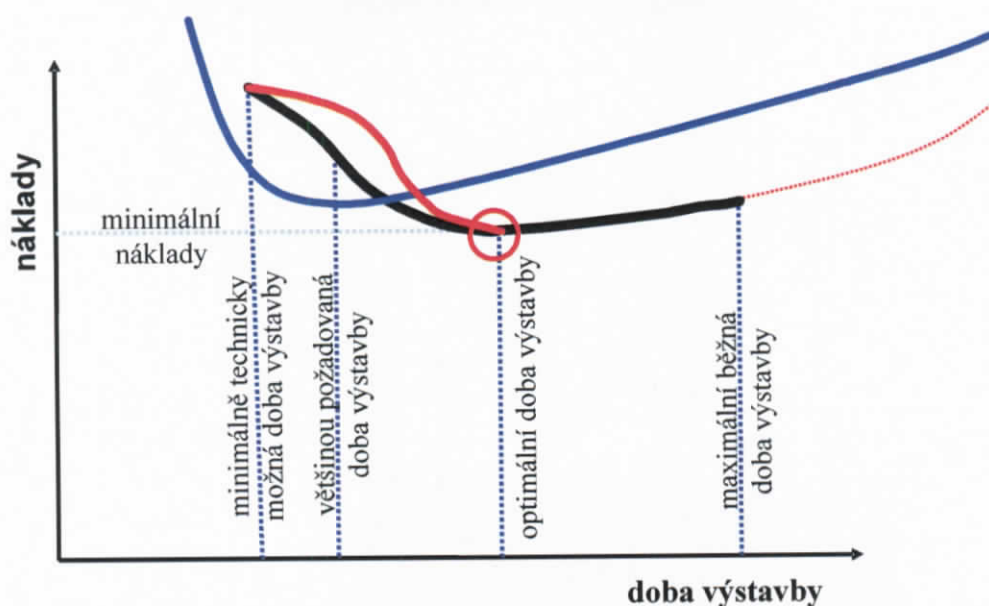


Graf 1: Výše nákladů zhotovení díla a možnost ovlivnění jejich výše

Náklady na odstranění stavby po skončení životnosti (rekonstrukce či demolice). Tak jako např. již nyní u automobilů bude i u staveb v blízké budoucnosti požadováno recyklování většiny konstrukcí. Projektant by tedy již nyní měl navrhovat jednotlivé konstrukce a zejména kombinace jednotlivých konstrukcí tak, aby je bylo jednoduše možné demontovat, oddělit od sebe a recyklovat. Bylo by tedy optimální, kdyby se při sestavování směrného rozpočtu projektantem vedle jednotkové ceny za výstavbu doplnila i cena za odstranění, přičemž by mělo být minimální množství konstrukcí, které bude nutné skládkovat.

3. Přizpůsobení projektu předpokládané či požadované době výstavby

Musí být navržena taková konstrukční řešení, která umožní při dodržení standardních technologických postupů a použití běžných mechanismů dodržet termín výstavby. Zde se navíc jedná o sekundární příčinu poruch způsobených časovou tísni zhotovitele (jde zejména o nedodržení technologických přestávek). U každé konstrukce (či kombinaci konstrukcí) lze stanovit graf nákladů ve vazbě na dobu výstavby. Tento graf se může lišit u každého zhotovitele, ale vždy se liší podle navrhované konstrukce (konstrukcí). Vliv nákladů na době výstavby a druhu konstrukce (barevné křivky) je znázorněn na grafu č. 2. Z tohoto grafu je zřejmé, že v případě požadavku na velmi krátkou dobu realizace nelze požit běžné konstrukční řešení (černá barva), ale je nutné navrhnout konstrukci celkově dražší, ale umožňující dodržet požadovaný termín výstavby [3]. Naopak u delších lhůt výstavby by bylo použití této konstrukce (modrá barva) chybou, protože neumožňuje dosáhnout stejných nákladů (a tím i z toho plynoucí ceny).



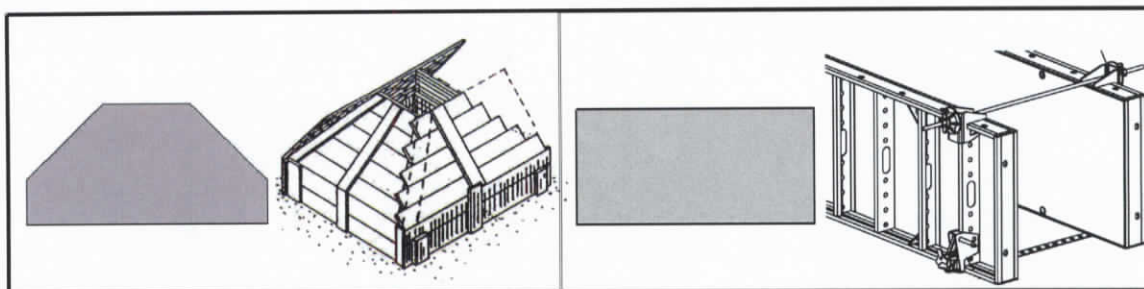
Graf 2: Výše nákladů jednotlivých konstrukcí v závislosti na době trvání výstavby

4. Přizpůsobení projektu zhotoviteli

Nejedná se pochopitelně o konkrétního zhotovitele, ale o skutečnost, zdali půjde pravděpodobně o velkou globálně působící stavební firmu, malou regionální firmu či svépomocnou výstavbu. Uvedme si jednoduchý příklad: navrhne-li projektant železobetonový monolitický strop pro rodinný dům stavěný svépomocí, tak stavebník si jej nedokáže sám zabetonovat (nemá systémové bednění a v případě jeho zapůjčení s ním neumí pracovat, v případě tradičního bednění zase jde o řemeslně náročnou práci, kterou běžný stavebník neovládá), vyarmovat (neumí číst poměrně složité výkresy) ani vybetonovat, protože nemá prostředky na hutnění a urovnávání čerstvého betonu (dopravu betonu i čerpadlo si může objednat). Bude zde tedy výhodnější jednoduchá konstrukce (například skládaný strop), kde značnou část prací může provádět sám. Naopak pro velkou stavební firmu je skládaný strop nevhodný, protože vysokou pracností je nákladově neúnosný, zatímco monolitický železobeton je s ohledem na vybavení a kvalifikaci vhodnější a většinou i celkově levnější.

5. Vyrobitelnost

I projektant musí znát způsob výroby, aby navrhoval jednotlivé konstrukce tak, aby je bylo možné jednoduše vyrobit. Obtížně vyrobitelné konstrukce zvyšují cenu, nevyrobitelné způsobují vady a poruchy. Porovnání dvou staticky shodných konstrukcí je na obrázku č. 1. Vlevo je konstrukce s šikmými stěnami, vpravo s rovnými. I když konstrukce s šikmými stěnami má menší plochu bednění i menší objem betonu, je díky vysoké pracnosti a nutnosti použít tradiční bednění méně vhodná než konstrukce se svislými stěnami [4].



Obr. 1: porovnání dvou staticky shodných základových patek

6. Závěr

Zatímco fáze vlastního zhotovení stavby je z hlediska výše uvedených aspektů věnována dostačující péče, vlivu projektové dokumentace je věnována minimální pozornost, a to včetně zákonných předpisů.

Současný stav podpůrných softwarů velmi dobře simuluje jednotlivé varianty doby výstavby z hlediska zhotovitele [5], avšak tento systém není provázán na projekční řešení.

Literatura

- [1] Pospíchal, V.: Řízení výstavby – digitalizovaný vzdělávací zdroj, Grant FRVŠ č. 2677 2006
- [2] Pokorný, T.: Příprava výstavby na území tzv. brownfields, In: Vývojové tendencie v technológii stavieb. Stavebna fakulta STU Bratislava 2006
- [3] Kozlovská, M.: Prístupy k realizácii stavieb s krátkymi termínmi výstavby. In: Konstrukce, 6. roč., č. 2, 2007. Konstrukce Media, Ostrava
- [4] Ladra, J., Mikš, L. a kol.: Stavební, autorský a technický dozor investora, Verlag Dashofer, Praha 2006
- [5] Bašková, R.: Lineárna optimalizácia a sieťová analýza, skripta TU Košice 2004

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

VYUŽITÍ SKENOVACÍCH SYSTÉMŮ PRO MĚŘENÍ POSUNŮ

Jiří Pospíšil, Bronislav Koska, Tomáš Křemen, Martin Štroner

Abstract

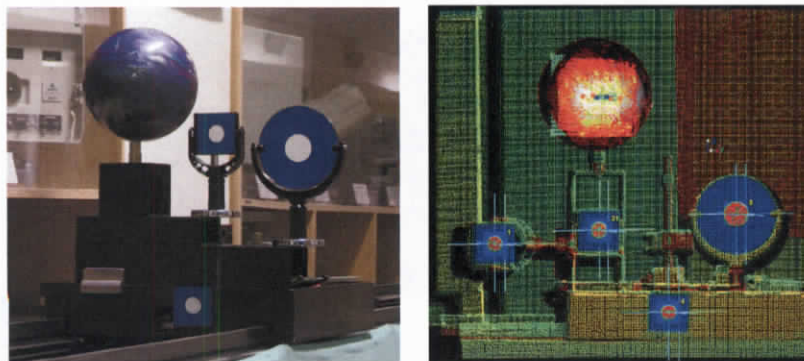
There is stated an analysis of possibilities of using scanning technology for measuring displacements and deformations in engineering surveying by means of experiments in laboratory and measuring in real environment in the gallery of the UEF Josef complex and in the built railway tunnel "Nové spojení" („New connection“) in Prague. A new method of average displacements of points was designed for purpose evaluation of normal displacements of any surface. This method is based on average difference digital model of surface in two stages for the observed areas and the result is not burdened so much with measuring noise.

1. Úvod

Měření posunů a přetvoření je důležitou součástí geodetických prací při provádění a monitorování staveb. V současné době jsou nejčastěji používané způsoby měření posunů a přetvoření s využitím totálních stanic nebo GNSS technologií. Zajímavou možností, která se nabízí v oblasti měření posunů a přetvoření, je technologie skenování, která nedosahuje pro jednotlivé body takové přesnosti jako v případě přesných totálních stanic nebo dlouhodobých observací GNSS, ale tento nedostatek vyvažuje v rychlosti měření, hustotě bodů a komplexnosti zachycení povrchu. V rámci řešení výzkumného záměru MSM 684 0770005 „Udržitelná výstavba“ byly posouzeny možnosti využití technologie skenování pro měření posunů a přetvoření pomocí experimentů, které ověřují přesnost určení posunů HDS terčů, mračna bodů a vymodelovaných rovin. Experimenty byly provedeny v laboratorních podmínkách s využitím interferometru i v podmínkách důlní štoly a tunelu. Výsledky byly posouzeny s využitím hypsometrických map a na základě výpočtu směrodatných odchylek posunů.

2. Experimentální měření v laboratoři

Posuny byly určovány nejdříve v podélném směru ve vzdálenosti vozíku interferometru od skeneru přibližně 16 m a 5 m. Na vozíku byly umístěny dva terče HDS 3" × 3" čtvercového tvaru, jeden kruhový terč o průměru 6" a přesná koule o průměru 218 mm (obr. 1) a zaměřeny v deseti pozicích. Posuny mezi jednotlivými pozicemi byly v řádu centimetrů.



Obr. 1 Fotografie a mračno bodů terčů na vozíku interferometru

Jiří Pospíšil, prof., Ing., CSc., Bronislav Koska, Ing., Tomáš Křemen, Ing., Martin Štroner, Ing., Ph.D.
ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra speciální geodézie
Tháškova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice
tel.: 224 354 734 fax.: 233 337 016 e-mail: pospisl@fsv.cvut.cz

Terče byly ve všech pozicích zaměřeny jako HDS terče s využitím vnitřního procesu určování polohy identických bodů programem Cyclone Scan. Stejným způsobem byla zaměřena i koule. Pak byla na vozíku umístěna rovina tak, aby normála této roviny byla přibližně rovnoběžná se směrem skenování. Pro určení posunů v příčném směru bylo provedeno měření na vzdálenost přibližně 5 m z důvodu omezených prostor laboratoře. Z těchto pozic byly vypočteny posuny terčů mezi jednotlivými etapami. Ty byly porovnány s přesnými posuny získanými z měření interferometru. Vzhledem k přesnosti interferometru ($0,7 \mu\text{m}$) lze získané rozdíly považovat za skutečné chyby. Z těchto chyb byly vypočteny směrodatné odchylky posunu terčů. Při určování kulového terče byl v programu Cyclone Scan použit průměr standardních kulových HDS terčů (průměr 6"). Při určování posunů roviny v podélném směru byly její mračna bodů v jednotlivých etapách proloženy rovinou v Cyclonu. Pro posouzení posunu byla vypočtena vzdálenost jednoho bodu jedné roviny od roviny druhé. Zaměření roviny je možné použít pro posouzení směrodatné odchylky posunu jednoho bodu mračna. K tomu je možné použít metodu rozdílu dvou digitálních modelů povrchu (DSM). Pro každý bod jednoho mračna je vypočtena vzdálenost k DSM vytvořeného z druhého mračna. Tato vzdálenost je porovnána se vzdáleností určenou interferometrem. Dosažený rozdíl je považován za skutečnou chybu. Je-li očekáván homogenní a k povrchu přibližně normálový posun, byla k posouzení posunů navržena metoda průměrného posunu bodu. Metoda je použitelná pro povrch libovolného tvaru. Základ metody je stejný jako v předchozím odstavci. Pro obě mračna je vytvořen DSM. V dalším kroku je vytvořen rozdílový model. Průměrná souřadnice Z rozdílového modelu v určité oblasti představuje průměrný posun. Přesnost zaměření čtvercového a kruhového rovinného HDS terče je obdobná. Směrodatná odchylka posunu rovinného HDS terče a koule v podélném směru je přibližně 0,7 mm ve vzdálenosti 5 m i 16 m. Pro rovinu ve vzdálenosti 5 m je směrodatná odchylka 0,36 mm. Dále byla zjištěna směrodatná odchylka posunu jednoho bodu mračna v podélném směru o hodnotě 3,3 mm. Směrodatná odchylka posunu rovinného HDS terče v příčném směru je přibližně 0,15 mm a pro kouli 0,85 mm. Vyšší přesnost v příčném směru je dána vyšší úhlovou přesností skeneru HDS 3000 oproti přesnosti délkové [1]. Pro vyhodnocení normálových posunů libovolného povrchu byla navržena metoda průměrného posunu bodů. Ta je založena na rozdílovém DSM sledované oblasti. Výsledek není zatížen šumem měření. Tato metoda byla použita pro vyhodnocení podélných posunů roviny a výsledná směrodatná odchylka je 0,32 mm.

3. Měření v důlní štole komplexu UEF Josef

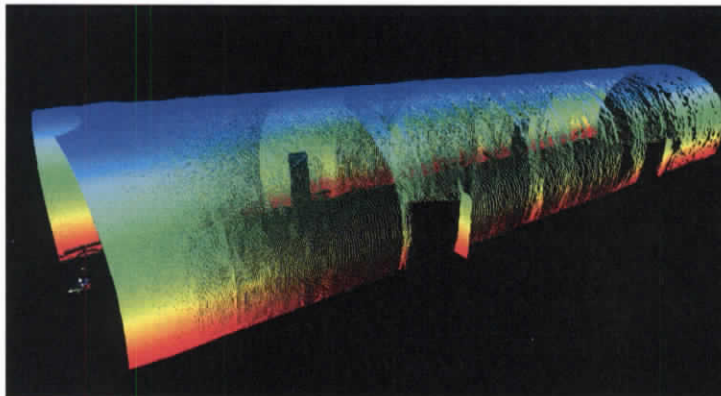
Měření probíhala v přímém úseku páteřní přístupové části komplexu UEF Josef, která má přibližně obdélníkový průřez o rozměrech 4,2 m × 2,7 m. Bylo zaměřováno přibližně 15 m štol s rozlišením 25 mm ve vzdálenosti 8 m (obr. 2).



Obr. 2 Mračno bodů štol

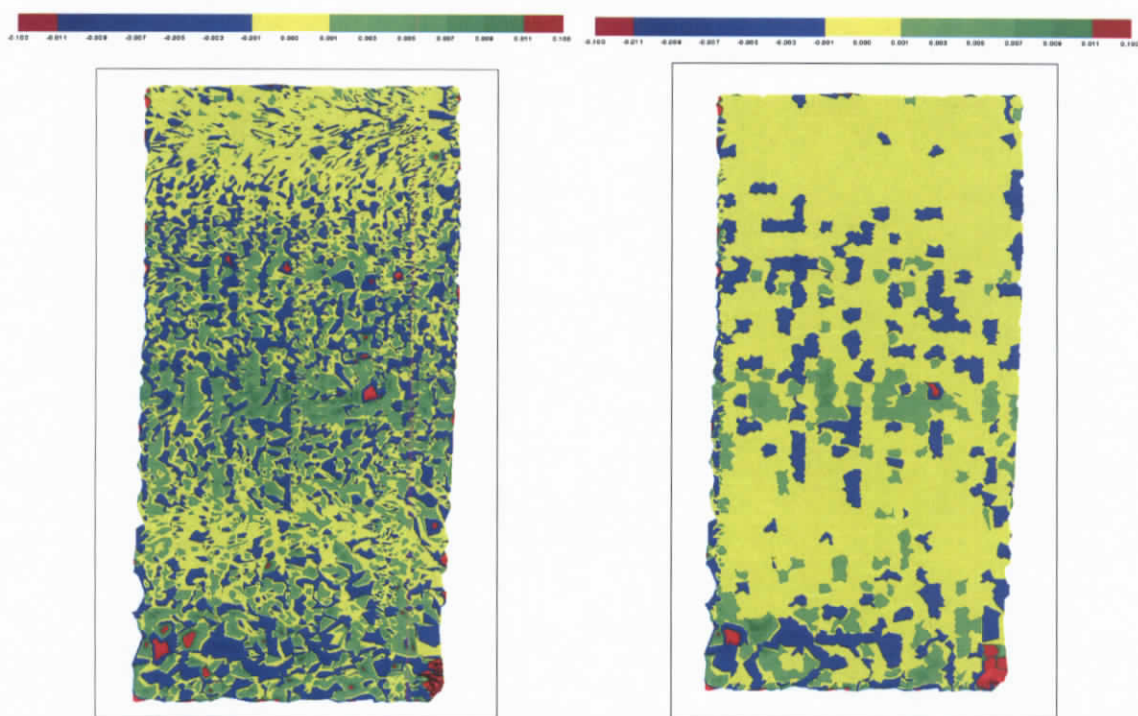
4. Měření v tunelu Nové spojení

Další měření probíhala v jižním tubusu dvoukolejného železničního tunelu budovaného v rámci projektu "Nové Spojení". Tunel je ve fázi budování sekundárního ostění. Měření probíhalo na primárním ostění v přímé části tunelu (povrch – stříkaný beton). Tunelový tubus je přibližně válcového tvaru o průměru přibližně 12 m viz obr. 3. Bylo zaměřeno 50 metrů tunelu. Měření bylo rozděleno na pět desetimetrových segmentů. Hustota skenování 50 mm × 50 mm byla vždy nastavena pro průměrnou vzdálenost segmentu od skeneru. Z důvodu snížení hustoty podrobných bodů na ostění v podélném směru s rostoucí vzdáleností od skeneru ([2]) byl poslední segment ještě zaměřen s hustotou 20 mm × 20 mm.

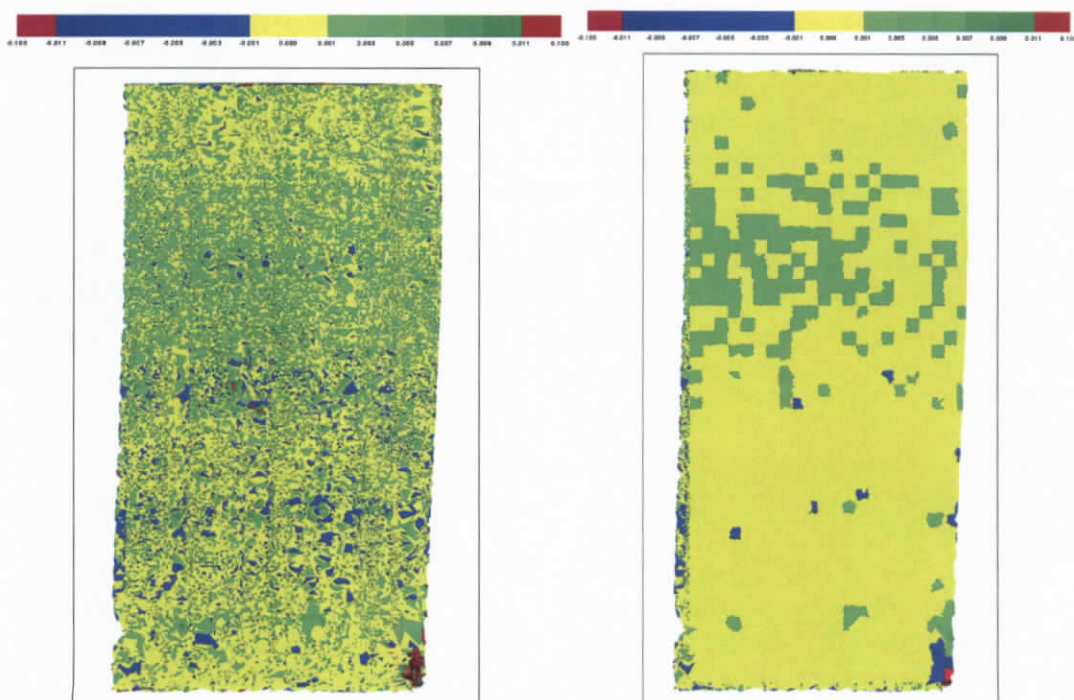


Obr.3 Mračno bodů železničního tunelu

Veškeré měření proběhlo z jednoho stanoviště. Každý segment byl zaměřen dvakrát s nastavením mírně změněné oblasti skenování, aby bylo zajištěno měření odlišných bodů. Kromě toho byl zaměřen první a čtvrtý segment při identickém nastavení parametrů skenování. Při zpracování byl nejprve vytvořen DSM pro každý sken. Ze dvou skenů stejné oblasti byl dále vytvořen rozdílový DSM, který je následně zobrazen hypsometricky a interpretován. Číselné výsledky byly použity také pro určení směrodatné odchylky jednoho bodu mračna (tab.1). K vyhodnocení byl použit program Atlas s nadstavbou Tunel. Interpretace šumem zatížených hypsometrických modelů je obtížná a proto byla dále použita metoda průměrného posunu (obr. 4,5). V tab.1 je v sekci měření po identických bodech zřetelný pokles směrodatné odchylky jednoho bodu s rostoucí vzdáleností segmentu od skeneru. To je pravděpodobně způsobeno zvětšeným úhlem dopadu laserového svazku a díky tomu potlačeným vlivem přesnosti dálkoměru a zvýšeným vlivem přesnosti měření úhlů ([2]). V sekci měření rozdílných bodů je vidět v segmentu pět vyšší přesnost při měření totožné oblasti s větší hustotou skenování. To je pravděpodobně způsobeno menší generalizací zaměřovaného povrchu a tedy snížením vlivu jeho členitosti. V tab. 1 je dále vidět, že směrodatná odchylka v posunu jednoho bodu se i v reálném prostředí pohybuje kolem 3 mm, stejně jako v laboratorních podmínkách. Pokud je použita metoda průměrných posunů, jsou dosažené směrodatné odchylky zhruba poloviční. Jejich konkrétní velikost závisí na velikosti průměrované oblasti a na hustotě skenování. Velikost průměrované oblasti je nutné volit podle očekávaných rozměrů deformované zóny. V uvedeném příkladu povrchu ze stříkaného betonu byla zvolena oblast 0,5 m × 0,5 m. Podrobnější výsledky jsou v [3].



Obr. 4 Diferenční DSM rozvinutého povrchu tunelu – body a průměry 13 – 14



Obr. 5 Diferenční DSM rozvinutého povrchu tunelu – body a průměry 15 – 16

	Segment číslo	Sken č. minus sken č.	Směrodatná odchylka jednoho bo- du /mm	Vzdálenost povrchu /m	Úhel dopadu /gon	Počet bodů /tisíce	Směrodatná odchylka prům. posu- nu /mm
Rozdílné	1	3 - 4	3,2	10	66	129	
body	2	5 - 6	1,8	20	81	49	
	3	7 - 8	3,2	30	87	28	
	4	11 - 12	3,3	40	91	18	
	5	13 - 14	3,1	50	92	14	1,5
vyš.hust.	5	15 - 16	1,7	50	92	92	0,7
Identické	1	2 - 3	3,0	10	66	129	
body	4	10 - 11	0,8	40	91	18	

Tab. 1 Směrodatná odchylka posunu jednoho bodu

5. Závěr

Zajímavou možností, která se nabízí v oblasti měření posunů a přetvoření, je technologie skenování. Byly posouzeny možnosti využití technologie skenování pro měření posunů a přetvoření pomocí experimentů v laboratoři a měření v reálném prostředí v důlní štolě komplexu UEF Josef a v budovaném železničním tunelu "Nové spojení" v Praze. Pro vyhodnocení normálových posunů libovolného povrchu byla navržena metoda průměrného posunu bodů, která je založena na rozdílovém digitálním modelu povrchu sledované oblasti a výsledek není tolik zatížen šumem měření. Bylo prokázáno, že směrodatná odchylka v určení posunu jednoho bodu je v reálném prostředí přibližně 3 mm (do vzdálenosti 50 m) a směrodatná odchylka určení posunu vymodelovaného objektu je nižší než 1 mm. Obecně lze říci, že přesnost v určení příčných posunů je vyšší než přesnost určení posunů podélných. To je způsobeno vyšší úhlovou přesností oproti přesnosti dálkoměru u systému HDS 3000. Metoda průměrných posunů umožňuje snadnější interpretaci hypsometrických dat a dosahuje vyšších přesností (až třikrát) při určování posunů než u jednotlivých bodů mračna.

Literatura

- [1] KŘEMEN, T. - KOSKA, B. – POSPÍŠIL, J.: Verification of Laser Scanning Systems Quality. FIG XXIII. Congress Shaping the Change [CD-ROM] Munich, October 2006, TS 24.4, pp. 1-16.
- [2] KŘEMEN, T. - KAŠPAR, M. - POSPÍŠIL, J.: Operating Quality Control of Ground Machines by Means of the Terrestrial Laser Scanning System. In: Image Engineering and Vision Metrology [CD-ROM]. Dresden: ISPRS, 2006.
- [3] POSPÍŠIL, J. - KOSKA, B. - KŘEMEN, T.: *Using Laser Scanning Technologies for Deformation Measuring*. In: Optical 3-D Measurement Techniques VIII. Zürich: ETH, 2007, vol. 2, s. 226-233.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

VÝBĚR SUROVINY PRO STAVBY Z NEPÁLENÉ HLÍNY (PEDOLOGICKÉ A GEOLOGICKÉ PODKLADY V ČR)

Michal Procházka

Abstract

The text refers the situation of geologic and pedologic document for using of unburned clay for buildings (non-brick walls, earth walls). Work deal with area of Czech Republic. General information are applicable on all places with tercier and kvarter soils. Text include many test of soil, what are necessary or useful for specify adequacy for buildings.

1. Environmentální kontext, mikroklima

Hliněné stěny patří mezi nejosvědčenější a nejstarší konstrukce, které si lidstvo osvojilo. Domy z hlíny, kamene a dřeva se staví více než 10000 let. Je pouze výstředkem moderní doby používat na stavby budov materiály moderní, dlouhodobě neověřené, potencionálně nebezpečné a do značné míry energeticky náročné na výrobu. Zpráva OSN uvádí, že i v současné době žije v hliněných domech jeden a půl miliardy obyvatel této planety, což znamená více než 1/3 populace (1 miliarda obyvatel nemá přístřeší vůbec). Mnozí odborníci na výstavbu se diví, když někdo uvažuje o stavbě z hlíny. Ještě před 100 lety by na tom nebylo nic divného, stejně tak jako před 1000 lety. Je zarážející, že o materiálu takto v nemalé míře využívaném a pro své pozitivní vlastnosti hodnotném, nepíše téměř žádná učebnice a normy či stavební řády se s ním rozloučily před více než 100 lety. Že veřejnost dá na vliv cihlářské, betonářské či ocelářské loby a na tradiční materiály zapomíná, není nic podivného. Avšak i mezi inženýry, a to je zarážející, panuje jistá představa, že se jedná o materiál, který již sám od sebe bude vyvolávat v konstrukcích poruchy. O možnostech tohoto materiálu se asi nejvíce dozvíme od starého zednického mistra či osoby zabývající se rekonstrukcemi historických objektů. V současné době a situaci naší země není možné navrhovat konstrukce tak, jako ještě v období poválečném. V současnosti totiž jen stěží nalezneme mladého zedníka, který umí vyzdít klenbu, natož připravit vhodnou hlínu pro určitou konstrukci. Tato situace vyplývá z tendencí minulého režimu stavět panelovou výstavbu stejně tak jako z období porevolučního, kdy se na zedníka nekladou příliš velké nároky a vše se na stavbu dodává jako polotovary, jehož vlastnosti není možno ani povoleno na stavbě měnit. Hliněná konstrukce vyžaduje individuální, avšak velice odborný přístup. Je možné stavět i svépomocně, ale je nezbytně nutná spolupráce s mistrem v tomto oboru zblhlým.

Hliněné konstrukce objektů se liší od staveb zejména lehkých na první pohled svými rozměry a tloušťkami stěn a vyvolávají tak pocit tepla a bezpečí. Jejich harmonie s okolím je taky bezesporu očividná, a to u architektury tradiční nebo moderní ekologické na tradice však alespoň v náznaku navazující. Takováto konstrukce nepůsobí na obyvatele pouze psychologicky – esteticky, nýbrž její fyzikální vlastnosti nabízejí i jedinečné mikroklima.

Michal Procházka, Ing.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra technologie staveb

Tháškova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

tel.: 224 355 409, fax.: 224 354 592, e-mail: prochmi2@fsv.cvut.cz

2. Druhy hlíny

Hlína je materiál, který vznikl zvětráním matečního substrátu a případně přemístěním vzniklého materiálu. Jeho chemické složení se odvíjí od složení matečního substrátu, avšak jeho přemístěním může dojít k selekci a smísení s více druhy z jiných míst. Přemístění má zásadní vliv na granulometrii vzniklé hlíny. Zvětrávání matečního substrátu je kombinací působení chemických, fyzikálně-chemických a fyzikálních účinků; velký význam v této úloze hraje voda a její chemické složení, dále pak mráz. Přemístění je proces čistě fyzikální a jako zásadní zdroje energie můžeme považovat sílu vody a větru, popřípadě ledovců. Základní druhy jsou tedy dle literatury naší i zahraniční [3], [2], [1] hlíny reziduální, svahové, ledovcové, horské, naplavené a naváté.

Reziduální hlíny též nazývané eluviální v některé literatuře horské patří k zeminám primárním. Po svém vzniku zůstaly na místě, běžně ve vyšších polohách, odkud se nepřemístily a kde též nebyly překryty zeminami jinými. Jejich složení se mění v profilu s hloubkou. Při povrchu mají větší množství jemných částic a s hloubkou přibývá větších úlomků mateřské horniny, až se postupně proměňují v rozvolněnou podkladní horninu. Pro stavby z hlíny jsou většinou vhodné střední a horní části profilu mimo svrchní oživené vrstvy. Vhodný je zejména ostrohranný charakter částic, který zajišťuje dobrou pevnost v tlaku a malé množství jílových částic, které zajišťuje malé smrštění a téměř žádný vznik trhlin.

Svahové čili diluviální hlíny vznikly krátkým přemístěním hlín původně reziduálních do svahových poloh, kde byly gravitačně vytrženy. Jejich vrstevnatost je tedy rovnoběžná se sklonem svahu. Jemné částice byly vyplaveny do nižších poloh. Na svahu se vytřídily vyšší frakce. Složení se místo od místa liší, a ani na stejném svahu nemá konstantní složení. Tato hlína je pro stavební určení téměř vždy nevhodná zejména pro svoji nízkou vaznost.

Ledovcové neboli morénové hlíny vznikly činností ledovců v době ledové na evropské planině. V některé literatuře jsou označovány jako hlíny usazené. Místa vzniku jsou převážně čelní a spodní morény. Jejich složení je značně rozkolísané. Vedle jemných částic obsahují i velké množství balvanů dovečených ledovcem. Pro stavební určení jsou povětšinou nevhodné. V jistých případech je možné hlínu použít po odstranění balvanité frakce, avšak její vaznost zůstává nízká z důvodů přítomnosti vápenných či jílových slínů.

Naplavené hlíny zvané aluviální též fluviální vznikly naplavením sedimentu z horní části toku do střední, kde unášecí síla vody zeslábla, a částice se usadily. Tyto hlíny jsou jemnozrnné, někdy až příliš. Dají se označit jako plastické, mastné, s malým obsahem hrubé frakce, proto je vhodné je doplnit přídatkem ostrozrnné hrubší frakce nebo vláknitých látek. Pro stavební účely jsou většinou velmi vhodné.

Speciálním druhem naplavených hlín jsou hlíny nivní též bahnité, které vznikly usazováním materiálu z přívalových vod. Jsou příliš mladé, nevyzrálé, obsahují velké množství organických příměsí. Pro stavební účely jsou vždy nevhodné.

Naváté hlíny, spraše neboli eolické hlíny vznikly navátím jemných minerálních částic v pozdní době ledové. Částice se zachycovaly o vegetaci a jejich transport byl tak přerušen – primární spraše. Sekundární spraše vznikly přemístěním primárních spraší, jsou pro stavební účely vhodnější. Sprašová hlína se z hlediska granulometrie skládá ze 40 až 80 % prachových částic a asi jen z 3 % částic jílových. To má vliv na malé smršťování při sesychání a tedy jen nepatrný vznik trhlin. Z hlediska chemického obsahuje spraš kysličník křemičitý, uhličitán vápenatý a hořečnatý. Soudržnost je vzhledem k velikosti a jejich obalení těmito sloučeninami střední. Pro

určité druhy stabilizované hlíny je tato surovina velice vhodným materiálem. Zbarvení je žlutavé až hnědé.

3. Pedologické a geologické podklady

Pro území České republiky je zpracován pedologický i geologický průzkum velice kvalitně. Půdní mapy jsou v měřítku od 1:50000 a v současné době probíhá jejich digitalizace. Geologické mapy jsou v měřítkách od 1:25000 a v současné době je dokončena digitalizace v měřítku 1:50000. Další zajímavý podklad nám poskytl KPP – Komplexní průzkum zemědělských půd ČSSR v letech 1961 – 1971. Popisem základních sond (1 sonda/18 ha) byly získány údaje a zakresleny do map 1:5000.

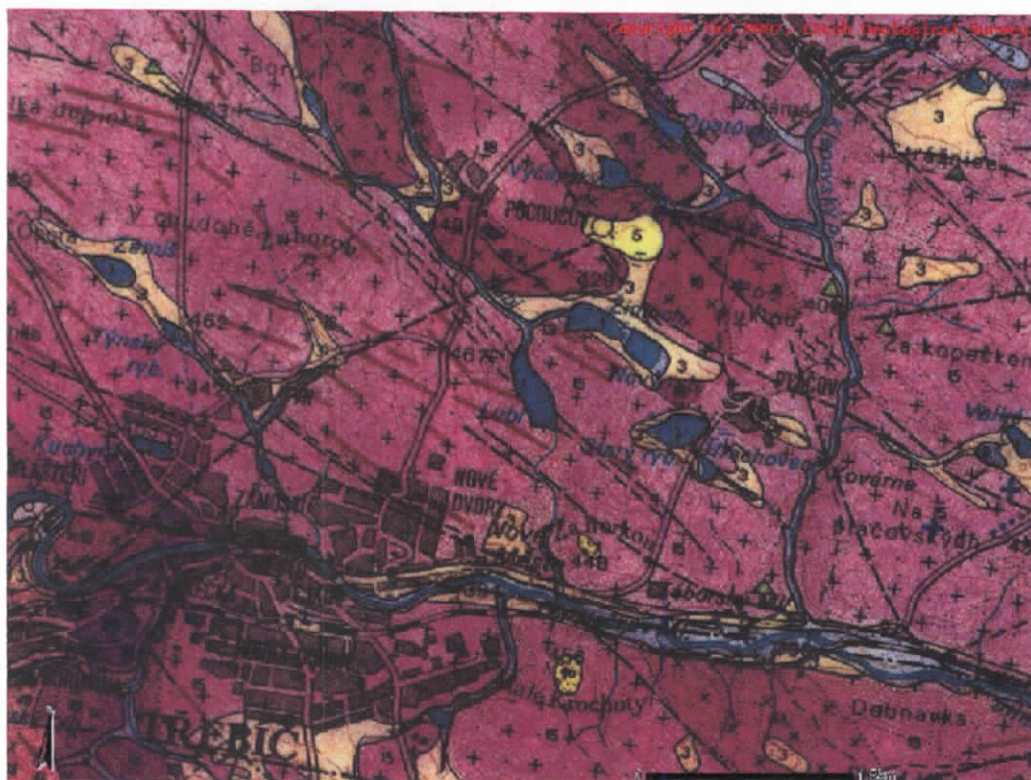
Půdní mapy jsou pro naše účely vhodné pouze od měřítka 1:200000. Tato mapa totiž uvádí pod písmenným označením půdotvorný substrát. Použitelné substráty jsou D – písek s eolitickou příměsí, G – spraše, G+ – spraše erodovaných území, H – sprašové hlíny, P – nivní bezkarbonátové sedimenty, R – nevápnité jíly a jejich sedimenty, T – jílovito-písčité a písčito-jílovité předkvartérní sedimenty. Všechny tyto substráty mohou za určitých předpokladů tvořit vhodný základ. Pro naše účely je to však pouze hrubé vodítko.

Geologické mapy jsou již zajímavějším podkladem a vzhledem ke svému rozlišení nám mohou napomoci k vyhledání vhodné půdy i v oblastech na půdy chudých, mnohdy postavených na masivu. Nutno ještě poznamenat, že v těchto územích může být zvýšený obsah radonu. Takovýmto příkladem je kupříkladu Českomoravská vysočina. Ke zpracování těchto informací využijeme GIS, který je umístěn na stránkách České geologické služby [4] na serveru <http://nts5.cgu.cz>. Jedná se o geologickou mapu zakrytou 1:50000 digitalizovanou (v našem případě zobrazenou 1:25000). Slovo zakrytá znamená, že je zobrazen i kvartér a terciér, což nás bude zajímat především. Vše si uvedeme na příkladu, neboť legendy se u jednotlivých listů liší.

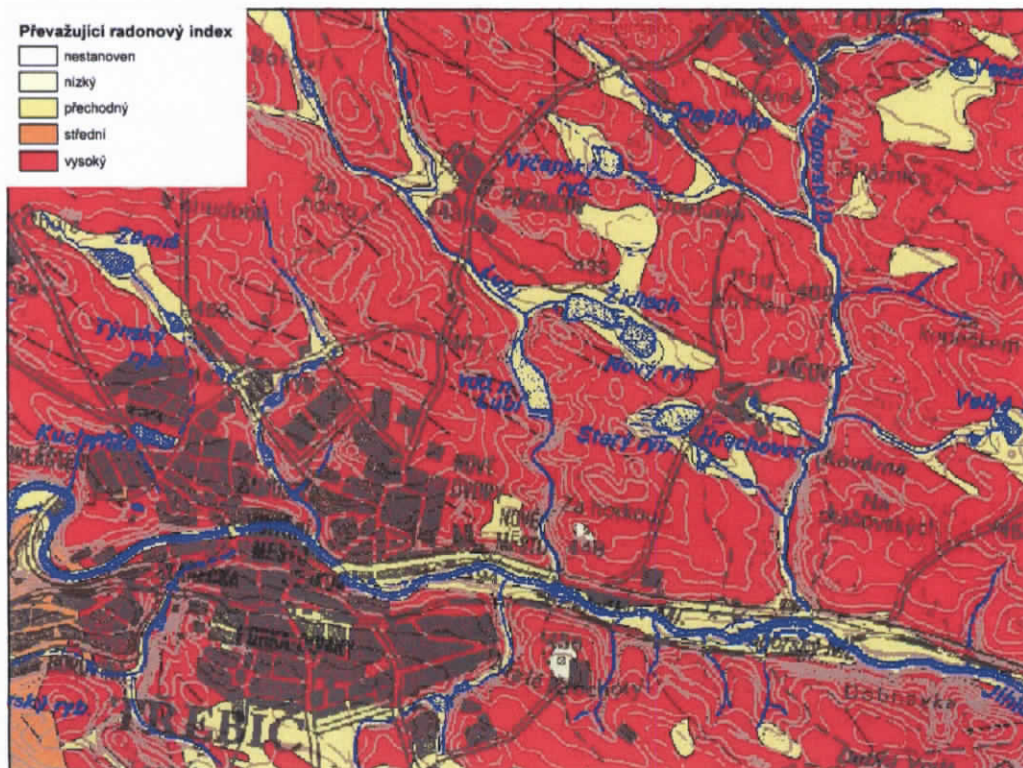
Obecně se dá říci, že pro naše účely je zajímavý kvartér a terciér, neboť v tomto období dnešní hlíny vznikly. Z kapitoly druhy hlíny již víme, které hlíny jsou vhodné a které nevhodné. V tomto případě je jasné, že použitelné hlíny jsou z kvartéru: 2 – deluviofluviální, převážně písčito-hlinité sedimenty, místy kamenité – za předpokladu, že nebudou obsahovat organickou hmotu; některé z 3 – diluviální, hlinito-písčité až hlinito-kamenité sedimenty; docela jistě 5 – deluvio-eolické, převážně písčito-jílovité sedimenty, worm; a z terciéru některé 7 – jíly, písky a písčité štěrky mladšího terciéru.

Dále je třeba se zaměřit na radioaktivitu, abychom nepoužili materiál tímto způsobem závadný. Opět můžeme použít stejný server <http://nts5.cgu.cz> [4], ale použijeme radonovou mapu. Mapa je rozdělena na čtyři stupně radonového indexu: nízký, přechodný, střední, vysoký a oblasti s nestanoveným ohrožením. Stupni střední a vysoký bychom se měly vyhnout. Tato mapa bude na první pohled dost limitující, neboť třetí a čtvrtý stupeň pokrývá zhruba polovinu území České republiky.

Z mapy vidíme, že oblasti námi vybrané jsou právě v oblastech s nižším indexem radonu než je v okolí, tedy přechodným. Jinými slovy radon je zejména doménou podkladního masívu (v tomto případě Třebíčsko-velkomeziříčský syenitový masiv) a nikoliv hlín a jílu.



Obr. 1: geologická mapa zakrytá 1:50000 digitalizovaná (zobrazena 1:25000)



Obr. 2: radonová mapa 1:50000 digitalizovaná (zobrazena 1:25000)

Výsledkem komplexního průzkumu půd jsou tak zvané BPEJ - bonitované půdně ekologické jednotky. Bonitovaná půdně ekologická jednotka je charakterizována klimatickým regionem, hlavní půdní jednotkou, sklonitostí a expozicí, skeletovitostí a hloubkou půdy. Je vyjádřena pětímístným kódem. Nás bude zajímat především druhá a třetí číslice číselného kódu, jež vyjadřuje hlavní půdní jednotku. Hlavní půdní jednotka je účelovým seskupením půdních forem příbuzných vlastností, jež jsou určovány genetickým půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí, hloubkou půdy, stupněm hydromorfismu, popřípadě výraznou sklonitostí nebo morfologií terénu a zúrodňovacím opatřením. Dále nás bude zajímat pátá číslice, jež vyjadřuje skeletovitost, již se rozumí podíl obsahu štěrku a kamene v ornici k obsahu štěrku a kamene v spodině do 60 cm a právě hloubka půdy, což bude zajímat nás.

Hlavní půdní jednotky jsou pro nás vhodné 01 až 16 a 20 – půdy na spraších, jílech a sprašových hlínách; velice vhodné jsou 22 – na substrátech typu hlinitý písek nebo písčité hlína; dále 23 – na zahliněných píscích a štěrkopíscích nebo terasách, ležících na nepropustném podloží jílu, slínu, flyše i terciérních jílu; pak až 42 až 44 – na sprašových hlínách (prachovicích), spraších; možná i 45 až 47 – na svahových (polygenetických) hlínách, často s eolickou příměsí; zajímavé mohou být 54 – na slínech, jílech mořského neogenu a flyše a jílovitých sedimentech limnického terciéru (sladkovodní svrchnokřídové a terciérní uloženiny); za předpokladu bez obsahu organiky 55 až 59 – na lehkých nebo těžkých nivních uloženinách; 60 až 63 – na nivních uloženinách, sprašových hlínách, spraších, jílech i slínech; možná i 64 – na svahových hlínách, nivních uloženinách, jílovitých a slinitých materiálech; a 65 – na nivních uloženinách, svahovinách, horninách limnického terciéru i flyše; dále 66 – na píscích, jílech, slínech a nivních uloženinách; po místním ohledání i 68 – na nivních uloženinách v okolí menších vodních toků; 69 – na nivních uloženinách nebo svahovinách; 70 a 71 – na nivních uloženinách, popřípadě s podložím teras, při terasových částech širokých niv; a 72 – na nivních uloženinách, popřípadě s podložím teras, při terasových částech širokých niv.

Hloubka půdy je ukryta v páté číslici spolu se skeletovitostí. Hloubka půdy vyjadřuje hloubku části půdního profilu omezené buď pevnou horninou nebo silnou skeletovitostí. Nás bude zajímat půda hluboká tedy nad 60 cm – kód hloubky 0. V páté číslici BPEJ to znamená kód 0, 2 a 3 – půdy hluboké. A jedná se o půdy 0 – bez skeletovité, 2 – slabě skeletovité a 3 středně skeletovité, u nichž je skeletovitost 25 až 50 %, což může být problém. Vyloučit nemůžeme půdy s pátou číslicí BPEJ 1, 4, 7 případně i 8 a 9. Zaručeně nevhodné jsou 5 a 6.

Všechna data můžeme upřesnit ve VÚMOP – Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy z dat získaných přímo ze sond. Základní kódy BPEJ jsou uváděny na KN – Katastru nemovitostí u každého pozemku zemědělského typu.

4. Základní zkoušky

Jako základní zkoušky můžeme považovat zkoušky vaznosti (pevnosti v tahu), zkoušku pevnosti v tlaku a zkoušku smrštění. Další významnou, avšak pro některé konstrukce nepodstatnou, zkouškou je odolnost proti působení vody. Podle Niemeyera postačí u budov s jedním podlažím výsledky zkoušek vaznosti, smrštění a odolnosti proti působení vody. [1] U budov se zatížením nad 3 MPa je třeba provést ještě zkoušku pevnosti v tlaku.

Zkouška vaznosti hlíny

Hlínu ve stavu normální plastičnosti nebo s optimální vlhkostí dle zkoušky Proctor dusáme palci do železné formy nebo formy z tvrdého dřeva tvaru osmičky se středním průřezem 500 mm². Formy se používají stejné jako obvyklé formy pro zkoušení cementu; střední průřez je 25 x 20 mm nebo 22,5 x 22,5 mm. Forma musí být tuhá. Změna tvaru by ovlivnila střední průřez. Forma musí být snadno rozebíratelná.

Formu vytřeme olejem. Palec do formy vtlačíme hlínu tak, aby formu přesahovala asi o 1 až 2 cm. Dřevěnou paličkou udusáme, a vrstvu nad formou odstraníme, vzorek uhladíme. Uvolníme svorky a forma se sejme nejdříve z podložky, poté se odstraní boční strany formy.

Zařízení na zkoušení vaznosti hlíny se skládá z rámu, volně otočné horní objímky na uchycení vzorku. Na dolní objímce je zavěšeno zařízení pro zatěžování vzorku. Jedná se o nádobu obsahu 2 l, která neváží spolu s dolní objímkou více než 200 g. K rámu je připevněn zásobník písku s otvorem pro vypadávání rychlostí do 750 g/min, aby se vyloučilo dynamické přetržení. Písek se používá plavený frakce 0,1-1 mm. Při přetržení vzorku musí dojít k zastavení sypání zátěže. Váha nádoby, písku a dolní svorky vyjadřuje sílu potřebnou k přetržení; k váze dolní části vzorku se nepřihlíží. Při každé zkoušce se konají nejméně 3 pokusy, jejichž rozdíl nesmí být větší než 10 %. Větší rozdíl říká, že vzorky byly špatně připraveny a je třeba zkoušku opakovat. [3], [1]

Hlíny s vazností od 250 do 1800 g/cm² se zatřídí takto [1]:

hlína s vazností:	označení:
250 – 350 g/cm ²	velmi hubená
351 – 550 g/cm ²	hubená
551 – 1000 g/cm ²	středně tučná
1001 – 1500 g/cm ²	tučná
1501 – 1800 g/cm ²	velmi tučná

Podobně se dají zatřídít i jíly [1]:

jíl s vazností:	označení:
1800 – 2400 g/cm ²	hubený
2401 – 3300 g/cm ²	tučný
3301 – 4500 g/cm ²	velmi tučný

Hlíny s vazností pod 250 g/cm² se pro stavební účely přímo nehodí, je však možno je mísit s hlínami tučnými.

Zařazení hlíny dle vaznosti nám říká, jak se bude hlína chovat při zpracování a v konstrukci. Dále nám tučnost hlíny říká, jaké množství ostřiv a příměsí bude třeba použít pro jednotlivé účely, aby hlína nepraskala při jílovém bobtnání a smršťování a zároveň, aby byla schopna ostřiva a příměsí bezpečně obalit. Množství ostřiv a příměsí bude popsáno v dalších kapitolách později.

Tuto zkoušku vaznosti nemůžeme nahradit jinou tahovou zkouškou, jako je třeba zkouška pevnosti v tahu za ohybu nebo zkouškou plasticity apod. Názvosloví obměnit lze, avšak například hlína s vysokou vazností či hlína s vazností 1710 g/cm² neříká více než velmi tučná hlína. Tradiční názvosloví je zakořeněno v literatuře stejně tak dobře jako názvosloví termodynamiky ve fyzice.

Zkouška smršťování hlíny

Další významnou zkouškou je zkouška smrštění hlíny vlivem jílového bobtnání a smršťování. Zkouška se provádí v naolejovaných formách z ocele či tvrdého dřeva o rozměrech 220 x 40 x 25 mm. Hlína se používá nejprve při normálním stupni plasticity pro potřeby jejího ostření, poté se zkouška opakuje s již zostřenou hlínou.

Hlína se do připravené formy vtlačí palci a pak se dřevěnou paličkou upěchuje. Po vyjmutí z formy se vzorek uloží do místnosti s normální vzdušnou vlhkostí a teplotou na skleněnou destičku potřenou olejem. Na horní povrch se vyznačí rysky ve vzdálenosti 200 mm. Vzorek se pozoruje a měří po dobu 3 dní, po 24 hodinách se zapisují hodnoty. Smrštění je nejvýraznější během prvních 24 hodin a pak se zpomalí. Smrštění se uvádí v % po 3 dnech. Při každé zkoušce se provádí měření na 3 vzorcích, výsledkem je aritmetický průměr.

Smrštění pod 1 % vypovídá, že hlína je příliš náchylná na působení vody a pro stavbu se nehodí. Jeli smrštění větší než 2 %, je potřeba hlínu náležitě zostřit. Vhodně zostřená hlína vykazuje smrštění 1,5 až 2 %.

Zkouška smrštění ověřuje navržené zostření dle zkoušky vaznosti. Je možné zostřit hlínu různými dostupnými ostřivy a výsledky porovnat, případně zkusit jejich kombinaci.

Zkouška odolnosti hlíny na působení vody

Hlína se používá při normálním stupni plasticity i hlína zostřená dle zkoušky vaznosti; pro stabilizaci ještě hlína stabilizovaná. Použijí se vzorky ze zkoušky smrštění. Vzorky zavěsíme a dolních 50 mm máčíme po dobu 60 minut ve vodě.

Hlína neodolná se po několika vteřinách začne rozpadat. Takováto hlína se dá použít pro stavbu pouze se speciálními opatřeními. Hlínu je možné použít do míst, kde styk s vodou je vyloučen nebo je možné hlínu vhodně stabilizovat například přidavkem minimálně 3 hmotnostních % cementu. Středně odolná hlína se začne odlupovat po 5 minutách. Hlína je dostatečně odolná, když se po hodinovém ponoření neodlupují velké kousky. Hlínu lze stabilizovat i proti vztlínající vodě, a to přidavkem přibližně 5 hmotnostních % cementu.

5. Doplnkové zkoušky

Další zkoušky hlíny můžeme označit jako doplňkové a řadí se mezi ně zkouška hlíny na obsah vápence, granulometrická zkouška, zkouška plasticity, chemický rozbor, mineralogický rozbor a další.

Zkouška hlíny na obsah vápence

Zkouška se provádí pomocí kyseliny solné. Pro zkoušku postačí 10 % roztok kyseliny. Při kápnutí na hlínu, jež obsahuje vápenec, se začnou na hlíně tvořit bublinky kyslíčnicku uhelnatého. Vápenec snižuje vaznost hlíny. Takovouto hlínu je vhodné nechat přezimovat, aby se promočila a promrzla. Zkoušku je třeba po zimě opakovat.

Granulometrická zkouška

Tato zkouška nám pomáhá určit skladbu hlíny z hlediska velikosti jednotlivých částíček. Pro hrubší částice se používá síťový rozbor, pro jemné částice se používá zkouška sedimentací. Výsledky se obvykle vyjadřují pomocí granulometrické křivky. Granulometrická křivka je součtová čára, kde na svislé ose je hodnota vyjádřena v %

hmotnosti a na vodorovné ose velikost částic, ta se většinou vynáší v logaritmickém měřítku. Jsou odvozeny optimální, minimální a maximální křivky pro hlínu pro stavební užití. Chybějící frakce je možno doplnit, jak bylo popsáno dříve v předchozích kapitolách.

Zkouška plastičnosti

V mechanice zemin se využívá číslo (index) plasticity IP, stupeň (index, číslo) konzistence IC a index tekutosti IL k hodnocení jemnozrnných zemin a k určení jejich chování. Konzistenční též Atterbergovy meze jsou mez smrštění (w_S), mez plasticity (w_P), mez tekutosti (w_L). Mez smrštění je mez vlhkosti, při které vysoušená zemina přestává měnit svůj objem. Mez plasticity je mez vlhkosti, při které se zemina rozválená na válečky průměru 3 mm začne rozpadat na kusy o délce 10 mm. Mez tekutosti se určuje pomocí Casagrandeho přístroje. Číslo (index) plasticity IP vyjadřuje rozsah vlhkosti, kdy je zemina v plastické oblasti, tedy $IP = w_L - w_P$. Stupeň (index, číslo) konzistence IC určuje v jakém stavu je právě zemina při vlhkosti w a vzorec je $IC = (w_L - w) / IP$. Index tekutosti IL určuje též stav zeminy při vlhkosti w a vzorec je $IL = (w - w_P) / (w_L - w_P)$. Z čehož se dá odvodit, že platí $IC + IL = 1$.

Chemický rozbor

Pro určení chemického složení se využívá silikátová analýza. Výsledkem této analýzy jsou procentuální složky oxidů. K nejvýznamnějším patří oxidy Ca, Mg, Al, Fe. Chemický rozbor je zkouška, která nelze provést mimo odbornou laboratoř a to ji zařazuje mezi zkoušky doplňkové vhodné pro speciální druhy stabilizace. Uplatní se zejména v experimentální oblasti než při běžné výstavbě.

Mineralogický rozbor

Pro určení mineralogického složení hlíny se používá rentgenová difrakční fázová analýza nebo diferenční termická analýza. Tyto zkoušky patří též mezi zkoušky vhodné pro experimentální použití; jejich výsledky nám dávají odpověď, z jakého důvodu se hlína smršťovala při zkoušce smrštění. Je-li přítomen bentonit, hlína příliš bobtná, illit bobtná méně, vhodný je kaolinit.

6. Polní zkoušky

Pro určení potenciální vhodnosti hlíny nám poslouží polní zkoušky. Zkušený geolog či stavitel z nepálené hlíny je schopen určit potenciální vhodnost hlíny při prvních dotecích. Při uválení kuličky z hlíny se tučná hlína lepí na prsty, z hlíny velmi hubené kuličku nevytvarujeme vůbec. Mezi tyto zkoušky můžeme zařadit zkoušky Minkeho a to zkoušku třením a mytím, zkoušku krájecí, dále pak zkoušky tak zvané kousací, pachové, zkouška obsahu písku či zjednodušená sedimentace.

Zkouška třením a mytím dle Minkeho

Protíráním hlíny mezi prsty ucítíme, jestli se jeví jako zrnitá – pak obsahuje vysoký podíl písku. Pakliže se hlína na ruce lepí, necháme ji oschnout. Hlínu za sucha otřeme a zbytek omyjeme vodou. Pakliže lze omýt, snadno má vysoký obsah hlinitých částí. Pakliže se na ruce lepí silně a po zaschnutí se obtížně otírá a omýt lze až po delší době, obsahuje větší množství jílu.

Zkouška krájením dle Minkeho

Kouli z vlhké hlíny rozkrojíme. Pakliže se řezná plocha leskne matně, převažuje hlinitý podíl, pakliže se leskne silně, převažuje jílový podíl. Pokud jsou řezné plochy drsné, snažíme se nožem vytlačovaným do plochy řezu vytvořit hladkou plošku. Čím větší úsilí je třeba vynaložit, tím je podíl jemnozrnných částí menší.

Kousací zkoušky

Kousek hlíny vložíme mezi zuby a lehce skousneme. Písčité hlíny mezi zuby nepříjemně skřípou. Jílové hlíny se lepí, vyvolávají pocit kousání do mokré mouky. Ideální hlína lehce skřípe, ale není to nepříjemné.

Pachové zkoušky

Pachové zkoušky se používají na zjištění organických příměsí. Hlína bez příměsí nezapáchá ani po zahřátí. Pokud hlína obsahuje organické hlíny, pak je cítit truchlivěním či hnilobou.

Výše uvedené zkoušky vyžadují zkušenost, neboť jsou založeny na subjektivním vjemu. Další zkoušky jsou více exaktní.

Zkouška obsahu písku a zjednodušená sedimentace

Tyto zkoušky jsou založeny na nerovnoměrném usazování jednotlivých frakcí v odměrném válci. Vyšší frakce sedimentují rychleji, jemné frakce mohou sedimentovat i dny.

U zkoušky obsahu písku odléváme zakalenou vodu a tím zkoušku urychlíme. Výsledkem je pak objemové nebo hmotnostní procento písku v hlíně.

U zkoušky sedimentací se většinou určuje procento objemové, neboť pro určení procenta hmotnostního, je třeba frakce od sebe oddělit například zmrazením.

7. Závěr

Stručně lze říci, že geologické a pedologické podklady v ČR jsou na evropské poměry nadstandardní zejména díky KPP z let 1961 – 1971. Geologické podklady jsou digitalizovány Českou geologickou službou a on-line k dispozici na <http://nts5.cgu.cz>. K dalšímu použití hlíny jsou však nutné terénní průzkumy a zkoušky. Vzhledem k legislativě není možné použít hlínu bez zkoušek a certifikace v plném rozsahu, který nabízí. V současné době se uplatňuje spíše jako výplňová. Dodává se certifikovaná ve formě cihel, dále ve vacích a pytlích; na trhu jsou dva dodavatelé. Hlínu častěji potkáváme ve formě omítek; omítkové směsi nabízí v ČR již tři dodavatelé.

Literatura:

- [1] Havlíček V., Souček K.: Stavby z nepálené hlíny, SZN, Praha, 1958
 - [2] Suske P.: Hlinené domy novej generácie, Alfa, Bratislava, 1991
 - [3] Žabičková I.: Hliněné stavby, Era, Brno, 2002
- Elektronické zdroje:
- [4] <http://nts1.cgu.cz>, <http://nts5.cgu.cz>

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

VYROVNÁNÍ POLYGONOVÝCH POŘADŮ

JAN RATIBORSKÝ

Abstract

Odhad směrodatných odchylek souřadnic při výpočtu souřadnic polygonového pořadu metodou nejmenších čtverců.

Estimation of standard deviation in computation coordinates of polygonal traverse with method of least squares.

1. Úvod

Výpočet bodů podrobného polohového bodového pole (PPBP) zaměřených polygonovými pořady je možný buď s přibližným vyrovnáním nebo vyrovnáním MNČ (Metodou Nejmenších Čtverců).

Přibližné vyrovnání spočívá v odděleném úhlovém a souřadnicovém vyrovnání. U přibližného vyrovnání se provede nejprve úhlové vyrovnání a pak vyrovnání souřadnicové. Souřadnicové vyrovnání může být:

- úměrně absolutním souřadnicovým rozdílům,
- úměrně délkám stran pořadu, vhodné za předpokladu měření elektronickým teodolitem,
- úměrně počtu stran, pouze u stran přibližně stejně dlouhých,
- transformací, vhodné pouze u přímých pořadů.

V případě všech těchto způsobů, kromě transformace, dochází při souřadnicovém vyrovnání k porušení úhlového vyrovnání. Tento nedostatek je možné odstranit exaktním, tj. společným vyrovnáním MNČ. Vyrovnání MNČ se doporučuje u pořadů pro zhušťovací body a výpočet je prakticky možné jen na počítačích. Na rozdíl od přibližného vyrovnání (odděleného úhlového a souřadnicového) umožňuje vyrovnat úhly a délky jako jeden celek, stanovit mezní hodnoty uzávěrů s ohledem na tvar pořadu, přesnost připojovacích bodů a přesnost měřených veličin. Dále je možné určit charakteristiky přesnosti, kterými jsou např.: směrodatné odchylky souřadnic bodů pořadu, parametry elips chyb apod. Je nutné si uvědomit, že vyrovnané souřadnice i kvalitativní hodnocení je především ovlivněno velikostí uzávěrů.

Cílem článku je popsat algoritmus vyrovnání a kvalitativního hodnocení polygonového pořadu oboustranně připojeného a oboustranně orientovaného, včetně stanovení mezních hodnot jednotlivých uzávěrů. Další typy polygonového pořadu (oboustranně připojeného a jednostranně orientovaného, vetknutého, volného pořadu (jen kvalitativní hodnocení)) jsou modifikací a proto zde nebudou uvedeny.

K výpočtu výše uvedených variant polygonových pořadů byl sestaven program v jazyku TurboPascal.

Jan Ratiborský, Ing., CSc.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra geodézie a pozemkových úprav

Thákurova 7, 166 29 Praha 6 - Dejvice

tel.: 224 354 659, e-mail: ratiborsky@fsv.cvut.cz

2. Matematická formulace vyrovnání geodetické sítě

Matematická formulace vyrovnání geodetické sítě vychází z definice zprostředkující veličiny, kterou se rozumí geometrická veličina, vypočtená jak z měřených veličin, tak i ze souřadnic. Zprostředkující veličinou je např.: délka, úhel, případně orientovaný směr. Při vyrovnání geodetické sítě se vychází z linearizovaného vztahu (modelu) mezi zprostředkujícími veličinami vypočtenými z měření a ze souřadnic. Obecný model vyrovnání [JOKL] daný předpisem

$$D v = A h - l, \quad (1)$$

se řeší za podmínky

$$v^T \cdot P v = \min. \quad (2)$$

V rovnici (1) představuje D matici parciálních derivací zprostředkujících veličin podle jednotlivých měřených veličin, A matici parciálních derivací zprostředkujících veličin podle jednotlivých souřadnic, v vektor oprav měření, h vektor oprav souřadnic a l vektor absolutních členů (rozdílů zprostředkujících veličin vypočtených z měření a z přibližných souřadnic).

Označíme-li r , jako počet měřených veličin, m jako počet zprostředkujících veličin (podmínek) a n jako počet neznámých souřadnic, který je pro rovinnou síť o k určených bodech roven $n = 2k$, mají jednotlivé matice a vektory rozměry: D (m, r), A (m, n), v ($r, 1$), h ($n, 1$) a l ($m, 1$).

Rovnice (2) představuje zápis podmínky, která dala metodě název, minima součtu čtverců oprav měřených veličin ve smyslu vah měření.

Někdy mohou zprostředkující veličiny splňovat určitý počet nezávislých geometrických podmínek, při nichž se souřadnice nemění. V takovém případě je matice A nulová a rovnici (1) je možné zapsat ve tvaru

$$D v = -l \quad \text{nebo} \quad D v = u \quad (3)$$

kde $u = -l$ se nazývá uzávěr. Rozměr matice D je (m, r) a vektorů v ($r, 1$), u ($m, 1$).

Při vyrovnání zprostředkujících veličin, je vektor oprav souřadnic h dán podle [BÖHM, JOKL 1981]

$$h = (A^T P A)^{-1} A^T P l \quad (4)$$

a vektor oprav měřených veličin v

$$v = P^{-1} D^T P (A h - l). \quad (5)$$

V rovnicích (4) a (5) je P diagonální matice vah měřených veličin typu (r, r) a matice P je obecně plná matice vah zprostředkujících veličin typu (m, m).

Při vyrovnání podmínkových je matice $A = 0$. V důsledku toho odpadá výpočet vektoru oprav souřadnic h . Vektor oprav měřených veličin v se vypočte

$$v = -P^{-1} D^T P l = P^{-1} D^T P u, \quad P = (D P^{-1} D^T)^{-1}. \quad (5,1)$$

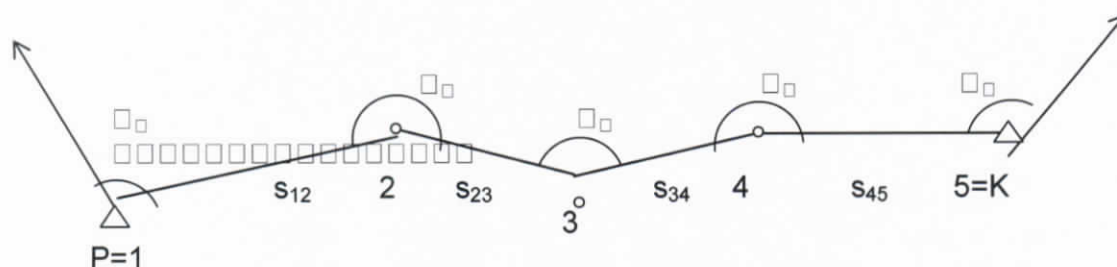
V rovnici (5,1) se v některých učebnicích vyskytuje místo matic D matice A . Vektor vyrovnaných měření t se vypočte ze vztahu $t = t^* + v$, kde t^* je vektor měřených veličin.

Vektor vyrovnaných souřadnic x se u vyrovnání zprostředkujících veličin určí ze

vztahu $\mathbf{x} = \mathbf{x}^0 + \mathbf{h}$, kde $\mathbf{x}^0$ je vektor přibližných souřadnic. Při podmínkovém vyrovnání se vyrovnané souřadnice vypočtou z vyrovnaných měření. Kontrolou správnosti výpočtu je splnění zvolených podmínek.

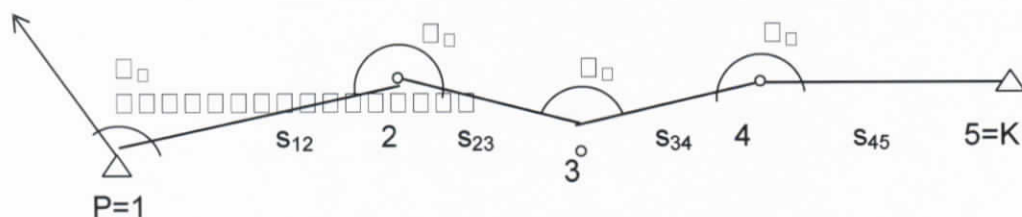
3. Vyrovnání polygonového pořadu

Předpokládejme, že jsou dány polygonové pořady o pěti bodech (obr. 1 až obr. 4). Počet určovaných bodů je roven $k = 3$, počet určovaných souřadnic (neznámých) je $n = 6$ (u volného pořadu pak $k = 4$, $n = 8$). Počet měřených veličin r a počet nadbytečných veličin (podmínek) m , $m = r - n$ je závislý na typu pořadu a pro **pořad oboustranně připojený a oboustranně orientovaný** je $r = 9$ (čtyři délky a pět úhlů) a $m = 9 - 6 = 3$ (dvě souřadnicové a jedna úhlová podmínka),



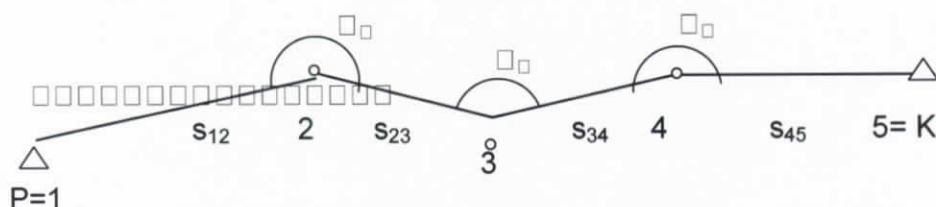
Obr. 1 Pořad oboustranně připojený a oboustranně orientovaný

pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný je $r = 8$ (čtyři délky a čtyři úhly) a $m = 8 - 6 = 2$ (dvě souřadnicové podmínky),



Obr. 2 Pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný

pořad vetknutý je $r = 7$ (čtyři délky a tři úhly) a $m = 7 - 6 = 1$ (jedna délková (stranová) podmínka)



Obr. 3 Pořad vetknutý

pořad volný (jednostranně připojený a orientovaný) je $r = 8$ (čtyři délky a čtyři úhly), $m = 0$ nedojde k vyrovnání, vypočtou se pouze kovarianční matice.





Obr. 4 Pořad volný

3. 1. Tvar podmínek

Pro pořad oboustranně připojený a oboustranně orientovaný (obr. 1) je možné sestavit tři podmínky ve tvaru (indexy P a 1 resp. K a 5 jsou ekvivalentní)

$$\begin{aligned} y_K - y_P &= s_{12} \sin \alpha_{12} + s_{23} \sin \alpha_{23} + s_{34} \sin \alpha_{34} + s_{45} \sin \alpha_{45}, \\ x_K - x_P &= s_{12} \cos \alpha_{12} + s_{23} \cos \alpha_{23} + s_{34} \cos \alpha_{34} + s_{45} \cos \alpha_{45}, \\ \alpha_K - \alpha_P &= \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 - i.2R. \end{aligned} \quad (6)$$

Poslední rovnici je možné zapsat ve tvaru

$$0 = (\alpha_P + \alpha_1) + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 - (\alpha_K - \alpha_5) = \alpha_P + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 - \alpha_K \quad (6,1)$$

přičemž α_P a α_K jsou orientované směrníky první a poslední strany na připojovacích bodech P a K a úhly α_1 a α_5 úhly na bodech P a K. Z rovnic (6) resp. (6,1) plynou hodnoty prvků uzávěrů u

$$\mathbf{u} = \begin{bmatrix} O_y \\ O_x \\ O_\omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (y_K - y_P) - \sum s_{ij} \sin \alpha_{ij} \\ (x_K - x_P) - \sum s_{ij} \cos \alpha_{ij} \\ (\alpha_K - \alpha_P) - \sum \omega_i \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} i \in \langle 1, \dots, 5 \rangle, j = i + 1 \\ i \in \langle 2, \dots, 4 \rangle \end{matrix}$$

a hodnoty prvků matice D

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} \sin \alpha_{12} & \sin \alpha_{23} & \sin \alpha_{34} & \sin \alpha_{45} & (x_K - x_1) & (x_K - x_2) & (x_K - x_3) & (x_K - x_4) & 0 \\ \cos \alpha_{12} & \cos \alpha_{23} & \cos \alpha_{34} & \cos \alpha_{45} & (y_1 - y_K) & (y_2 - y_K) & (y_3 - y_K) & (y_4 - y_K) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

V prvním až čtvrtém sloupci jsou derivace podle délek, v pátém a devátém podle orientovaných směrů a v šestém až osmém podle vrcholových úhlů. Souřadnicové rozdíly je nutno vydělit hodnotou $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5$. Pokud se prvky třetího řádku matice D vypočtou z rovnice (6) pak v posledním sloupci bude hodnota +1 a uzávěr se vypočte $O_\omega = (\alpha_K - \alpha_P) - \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5$.

Výpočet prvků matice D

Rozepišme funkční vztahy (6) tak, aby byly funkcí jen měřených veličin.

$$\begin{aligned} y_K - y_P &= s_{12} \sin \alpha_{12} + s_{23} \sin (\alpha_{12} + \alpha_2) + s_{34} \sin (\alpha_{12} + \alpha_2 + \alpha_3) + s_{45} \sin (\alpha_{12} + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \\ x_K - x_P &= s_{12} \cos \alpha_{12} + s_{23} \cos (\alpha_{12} + \alpha_2) + s_{34} \cos (\alpha_{12} + \alpha_2 + \alpha_3) + s_{45} \cos (\alpha_{12} + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \\ 0 &= \alpha_P + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_K - i.2R. \end{aligned}$$

Pokud na počátečním a koncovém bodě jsou orientace na více bodů bude rovnice (6,1) mít tvar

$$0 = (O_{\alpha_P} + \alpha_1) + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 - (O_{\alpha_K} + \alpha_5) = \alpha_P + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 - \alpha_K \quad (6,2)$$

3. 2. Směrodatné odchylky a váhy měřených veličin

Směrodatné odchylky a váhy měření jsou ve vztahu

$$P_i = \frac{\sigma^2}{\sigma_i^2}$$

přičemž za σ je zvolena směrodatná odchylka vrcholových úhlů σ_α . Směrodatné odchylky, opravy měřených veličin a prvky matic jsou voleny v jednotkách mm, mgon nebo jejich kombinacích. Směrodatná odchylka orientovaných směrů na počátečním a koncovém bodě pořadu se určí ze vztahu

$$\sigma_\alpha^2 = \frac{t+1}{2t} \sigma_\omega^2 + \frac{1}{t} \sigma_\sigma^2 \quad (7,1)$$

$$\sigma_\sigma = \frac{\sigma_{xy} \rho \sqrt{2}}{s}$$

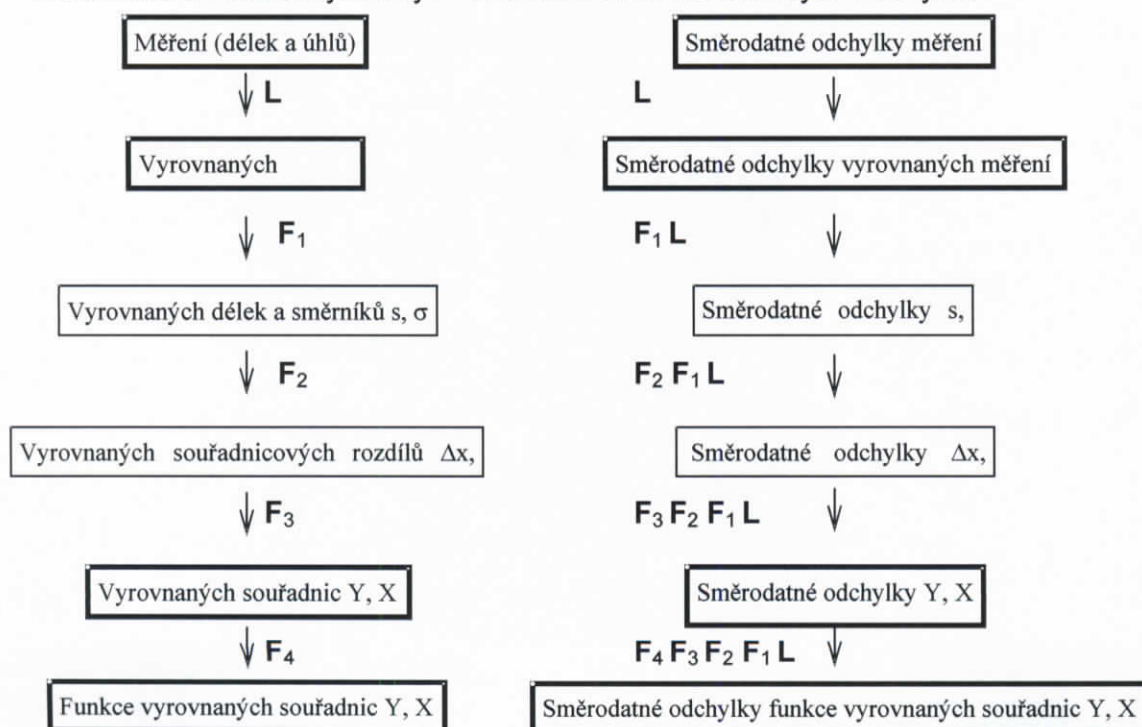
kde σ_{xy} je směrodatná odchylka v souřadnicích daných bodů
 s je průměrná délka stran na připojovací body
 t je počet orientací.

Při orientacích na více bodů se vezme průměrná délka stran. Aposteriorní jednotková směrodatná odchylka σ_o se vypočte ze vztahu

$$\sigma_o = \sqrt{\frac{\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v}}{m}} = \sqrt{\frac{\mathbf{u}^T \mathbf{P} \mathbf{u}}{m}} \quad (8)$$

3. 3. Kvalitativní hodnocení

Transformace skutečných chyb Transformace směrodatných odchylek



Obr. 5 Schéma postupné transformace směrodatných odchylek

Ke kvalitativnímu hodnocení je třeba znát, jakým způsobem se transformuje vektor skutečných chyb měřených veličin do vektoru skutečných chyb vyrovnaných měření, případně do vektoru skutečných chyb funkcí vyrovnaných měření. Při vyrovnaní polygonového pořadu to budou implicitně tyto funkce:

- vyrovnaných délek a směrnic, jako funkce vyrovnaných měření,
- vyrovnaných souřadnicových rozdílů, jako funkce vyrovnaných délek a směrnic,
- vyrovnaných souřadnic, jako funkce vyrovnaných souřadnicových rozdílů.

Uvedený postup lze znázornit na obr. 5, kde s_i , α_i jsou vyrovnané délky a směrníky; Δx_i , Δy_i vyrovnané souřadnicové rozdíly a Y_i , X_i vyrovnané souřadnice.

V obr. 5 jsou silně zvýrazněny chyby a odchylky vstupních a zpravidla výstupních veličin. Součiny matic představují transformace chyb a odchylek měření do příslušné funkce.

3. 3. 1. Transformace skutečných chyb měřených veličin do skutečných chyb vyrovnaných měření

Transformace vektoru skutečných chyb měřených veličin $\mathbf{v}$ do vektoru skutečných chyb vyrovnaných měření $\mathbf{u}$ je dána předpisem [JOKL 1982]

$$\mathbf{u} = \mathbf{L} \cdot \mathbf{v}$$

kde matice $\mathbf{L}$ je typu (r, r) a s ohledem na skutečnost, že $\mathbf{A} = \mathbf{0}$ se vypočte ze vztahu

$$\mathbf{L} = \mathbf{E} - \mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T \mathbf{P} \mathbf{D}$$

s kontrolou $\text{Tr}(\mathbf{L}) = r - m$.

Vyjdeme ze vztahu (5,1) $\mathbf{v} = \mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T \mathbf{P} \mathbf{u}$. Uzávěr je dán vztahem $\mathbf{u} = \mathbf{D} \cdot \mathbf{v}$. Dosazením do předchozího vztahu dostáváme $\mathbf{v} = \mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T \mathbf{P} \mathbf{D} \cdot \mathbf{v}$. Skutečná chyba vyrovnané měřených veličin (zbylá chyba po vyrovnaní [BÖHM]) se vypočte $\mathbf{v} = \mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T \mathbf{P} \mathbf{u}$.

$$\mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T \mathbf{P} \mathbf{D} \cdot \mathbf{v} = \mathbf{E} \cdot \mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T \mathbf{P} \mathbf{D} \cdot \mathbf{v} = \mathbf{L} \cdot \mathbf{v}$$

3. 3. 2. Transformace skutečných chyb měřených veličin do skutečných chyb vyrovnaných délek a směrnic.

Transformace vektoru skutečných chyb měřených veličin $\mathbf{v}$ do vektoru skutečných chyb vyrovnaných délek a směrnic $\mathbf{u}_s$ je dána předpisem

$$\mathbf{u}_s = \mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{v} = \mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{L} \cdot \mathbf{v} = \mathbf{F}_{s1} \cdot \mathbf{v}.$$

K určení matice $\mathbf{F}_1$ je třeba znát funkční vztahy mezi vyrovnanými délkami a směrníky a vyrovnanými měřeními (délkami, úhly a připojovacími směrníky). Funkční vztahy jsou dány soustavou funkcí

$$s_{12} = s_{12}$$

$$s_{23} = s_{23}$$

$$s_{34} = s_{34}$$

$$s_{45} = s_{45}$$

$$\square_{12} = \square_{12}$$

$$\square_{23} = \square_{12} + \square_2$$

$$\square_{34} = \square_{12} + \square_2 + \square_3$$

$$\square_{45} = \square_{12} + \square_2 + \square_3 + \square_4$$

$$\square_{54} = \square_{54}.$$

(9)

 $F_1 =$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

(10)

Prvky matice F_1 typu (r,r) jsou parciální derivace funkcí (9) podle jednotlivých vyrovnaných měření a nabývají hodnot 1 nebo 0. Matice F_1 pro pořad oboustranně připojený a orientovaný na obr. 1 je typu (9,9).

3. 3. 3. Transformace skutečných chyb měřených veličin do skutečných chyb vyrovnaných souřadnicových rozdílů.

Transformace vektoru skutečných chyb měřených veličin $*\square$ do vektoru skutečných chyb vyrovnaných souřadnicových rozdílů $\square_\square$ je dána předpisem

$$\square_\square = F_2 \square_{s\square} = F_2 F_1 \square = F_2 F_1 L * \square = F_\square * \square_\square$$

K určení matice F_2 je třeba znát funkční vztahy mezi vyrovnanými souřadnicovými rozdíly a vyrovnanými délkami a směrníky. Funkční vztahy jsou dány soustavou rovnic

$$\square y_{12} = s_{12} \sin \square_{12}$$

$$\square x_{12} = s_{12} \cos \square_{12}$$

$$\square y_{23} = s_{23} \sin \square_{23}$$

$$\square x_{23} = s_{23} \cos \square_{23}$$

$$\square y_{34} = s_{34} \sin \square_{34}$$

$$\square x_{34} = s_{34} \cos \square_{34}$$

$$\square y_{45} = s_{45} \sin \square_{45}$$

$$\square x_{45} = s_{45} \cos \square_{45}.$$

(11)

Prvky matice F_2 jsou parciální derivace funkcí (11) podle jednotlivých vyrovnaných délek a směrníků. Matice pro pořad na obr. 1 je typu (8,9).

$$F_2 = \begin{pmatrix} \sin \alpha_{12} & 0 & 0 & 0 & (x_2 - x_1) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \cos \alpha_{12} & 0 & 0 & 0 & (y_1 - y_2) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sin \alpha_{23} & 0 & 0 & 0 & (x_3 - x_2) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha_{23} & 0 & 0 & 0 & (y_2 - y_3) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sin \alpha_{34} & 0 & 0 & 0 & (x_4 - x_3) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos \alpha_{34} & 0 & 0 & 0 & (y_3 - y_4) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sin \alpha_{45} & 0 & 0 & 0 & (x_5 - x_4) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos \alpha_{45} & 0 & 0 & 0 & (y_4 - y_5) & 0 \end{pmatrix}$$

3. 3. 4. Transformace skutečných chyb měřených veličin do skutečných chyb vyrovnaných souřadnic.

Transformace vektoru skutečných chyb měřených veličin $\mathbf{v}$ do vektoru skutečných chyb vyrovnaných souřadnic $\mathbf{v}_x$ je dána předpisem

$$\mathbf{v}_x = \mathbf{F}_3 \mathbf{v} = \mathbf{F}_3 \mathbf{F}_2 \mathbf{v}_{s\mathbf{v}} = \mathbf{F}_3 \mathbf{F}_2 \mathbf{F}_1 \mathbf{v} = \mathbf{F}_3 \mathbf{F}_2 \mathbf{F}_1 \mathbf{L} \mathbf{v} = \mathbf{K} \mathbf{v}.$$

K určení matice $\mathbf{F}_3$ je třeba znát funkční vztahy mezi vyrovnanými souřadnicemi a vyrovnanými souřadnicovými rozdíly. Funkční vztahy jsou dány soustavou rovnic

$$\begin{aligned} y_2 &= y_1 + \mathbf{v}_{12} \\ x_2 &= x_1 + \mathbf{v}_{12} \\ y_3 &= y_1 + \mathbf{v}_{12} + \mathbf{v}_{23} \\ x_3 &= x_1 + \mathbf{v}_{12} + \mathbf{v}_{23} \\ y_4 &= y_1 + \mathbf{v}_{12} + \mathbf{v}_{23} + \mathbf{v}_{34} \\ x_4 &= x_1 + \mathbf{v}_{12} + \mathbf{v}_{23} + \mathbf{v}_{34} \\ y_5 &= y_1 + \mathbf{v}_{12} + \mathbf{v}_{23} + \mathbf{v}_{34} + \mathbf{v}_{45} \\ x_5 &= x_1 + \mathbf{v}_{12} + \mathbf{v}_{23} + \mathbf{v}_{34} + \mathbf{v}_{45}. \end{aligned} \quad (13) \quad \mathbf{F}_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Prvky matice $\mathbf{F}_3$ jsou parciální derivace funkcí (13) podle vyrovnaných souřadnicových rozdílů. Poslední dva řádky v (13) pro bod 5 mají kontrolní funkci. Matice pro pořad na obr. 1 je typu (8,8). Prvky matice nabývají hodnot 1 nebo 0.

3. 3. 7. Výpočet kovariančních matic

Známe-li směrodatnou odchylku σ_v (8), matici vah měřených veličin $\mathbf{P}$ a matice $\mathbf{F}_{s\mathbf{v}}$, $\mathbf{F}_v$ a $\mathbf{K}$ je možné určit kovarianční matice

$$a) \text{ vyrovnaných měření } \mathbf{M} = \sigma_v^2 \mathbf{L} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{L}^T = \sigma_v^2 \mathbf{L} \mathbf{P}^{-1}. \quad (14)$$

Matice $\mathbf{L}$ je maticí idempotentní, pro kterou platí $\mathbf{L} = \mathbf{L}^2$, resp. $\mathbf{L} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{L}^T = \mathbf{L} \mathbf{P}^{-1}$

$$b) \text{ vyrovnaných délek a směrů } \mathbf{M}_{s\mathbf{v}} = \sigma_v^2 \mathbf{F}_{s\mathbf{v}} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{F}_{s\mathbf{v}}^T \quad (15)$$

$$c) \text{ vyrovnaných souřadnicových rozdílů } \mathbf{M}_v = \sigma_v^2 \mathbf{F}_v \mathbf{P}^{-1} \mathbf{F}_v^T \quad (16)$$

$$d) \text{ vyrovnaných souřadnic } \mathbf{M}_x = \sigma_v^2 \mathbf{K} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{K}^T. \quad (17)$$

Variance vyrovnaných měření, délek a směrů, souřadnicových rozdílů a souřadnic leží na hlavních diagonálách kovariančních matic (14) - (17). Z hodnot variancí se určí směrodatné odchylky výše uvedených veličin. Z variancí a kovarianční matice (17) se určí parametry elipsy chyb [BÖHM] a směrodatné odchylky souřadnicové jednotlivých bodů pořadu.

Výpočet směrodatné odchylky libovolné funkce vyrovnaných souřadnic se určí ze vztahu (obr. 5)

$$\mathbf{M}_f = \sigma_v^2 \mathbf{F} \mathbf{K} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{K}^T \mathbf{F}^T = \sigma_v^2 \mathbf{f} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{f}^T.$$

Kontrolou správnosti směrodatných odchylek souřadnic je výpočet směrodatných odchylek koncového bodu pořadu (musí vyjít nula) a pro pořad oboustranně orientovaný stejné směrodatné odchylky směrniku poslední strany (vypočtené nejprve od bodu P a přímo jako měřené veličiny).

4. Stanovení mezních hodnot úhlového a souřadnicového uzávěru

V předpisech jsou stanoveny mezní hodnoty uzávěrů $\square_p$ a $\square_\omega$. Hodnoty jednotlivých uzávěrů u splňují jednak rovnici (3) platí

$$u = D v = D * \square \quad (18)$$

Z rovnice (18) je možné při znalosti kovarianční matice měřených veličin

$$^*M = \square^2 *P^{-1}$$

určit kovarianční matici uzávěrů a následně mezní hodnoty jednotlivých uzávěrů. Kovarianční matice uzávěrů je dána předpisem

$$M_u = D * M D^T = \square^2 D * P^{-1} D^T. \quad (19)$$

Z rovnice (19) plyne, že mezní hodnoty uzávěrů jsou

$$\Delta_y = t\sigma\sqrt{(D^*P^{-1}D^T)_{11}}, \quad \Delta_x = t\sigma\sqrt{(D^*P^{-1}D^T)_{22}}$$

$$\Delta_p = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2}, \quad \Delta_\omega = t\sigma\sqrt{(D^*P^{-1}D^T)_{33}}$$

kde t je koeficient konfidence, v programu POLYGON bylo zvoleno $t = 2$. Chceme-li uvážit vliv daných bodů, pak chybový model bude mít s ohledem na (1) tvar

$$u = D * \square - A^2 \square_x \quad (20)$$

kde matice A má pro pořad oboustranně připojený a oboustranně orientovaný a s ohledem na hodnoty zprostředkujících veličin vypočtených ze souřadnic prvky

$$A = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Z rovnice (20) je možné určit při znalosti kovarianční matice měřených veličin a kovarianční matice daných bodů dané ve tvaru diag

$$^2M = \text{diag}(\sigma_{xyp}^2, \sigma_{xyp}^2, \sigma_{xyk}^2, \sigma_{xyk}^2)$$

kde σ_{xyp} a σ_{xyk} jsou směrodatné odchylky souřadnicové připojovacích bodů P a K, kovarianční matici uzávěrů

$$M_\square = \square^2 D * P^{-1} D^T + A^2 M A^T.$$

a mezní hodnoty uzávěrů jsou

$$\begin{aligned}\Delta_y &= t\sqrt{\sigma^2(\mathbf{D}^* \mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T)_{11} + (\mathbf{A}^2 \mathbf{M} \mathbf{A}^T)_{11}} \\ \Delta_x &= t\sqrt{\sigma^2(\mathbf{D}^* \mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T)_{22} + (\mathbf{A}^2 \mathbf{M} \mathbf{A}^T)_{22}} \\ \Delta_p &= \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2} \\ \Delta_w &= t\sqrt{\sigma^2(\mathbf{D}^* \mathbf{P}^{-1} \mathbf{D}^T)_{33} + (\mathbf{A}^2 \mathbf{M} \mathbf{A}^T)_{33}}.\end{aligned}\tag{21}$$

5. Závěr

Sestavený program umožňuje řešit exaktní vyrovnání polygonového pořadu libovolného tvaru. Při výpočtu je však potřebné si uvědomit, že úhlový i souřadnicový uzávěr jsou vypočteny z malého počtu nadbytečných měření. Stejná hodnota uzávěru může být dána např. přibližně stejnými chybami u všech měření, nebo jednou větší chybou a zbylými menšími chybami, přičemž velká chyba může být ve kterékoliv veličině na kterémkoliv bodě (na začátku, uprostřed na konci). Proto je důležité věnovat velikou pozornost měřeným veličinám.

Protokoly výpočtu jsou k nahlédnutí na katedře geodézie a pozemkových úprav pro různé typy polygonových pořadů z obrázků č. 1 až 4.

Literatura

- BÖHM, J., RADOUCH, V., HAMPACHER, M., 1990: Teorie chyb a vyrovnávací počet. Druhé upravené vydání Praha, Geodetický a kartografický podnik. 416 s.
- FÖRSTNER, W., 1979: Das programm TRINA zur Ausgleichung und Gütebeurteilung geodätischer Lagenetze. Zeitschrift für Vermessungswesen, 104. Jahrgang, Heft 2, s. 61-72.
- CHRZANOWSKI, A., 1981: A comparison of different approaches into the analysis of deformation measurements. FIG Montreaux, commission 6, s. 602.3/1-603.3/24
- JOKL, L.: Lineární algebra a vyrovnání geodetických sítí. (Seminář z matematiky, ČVUT Praha.) Praha, ČVUT Praha, stavební fakulta, 1981. 45 s.
- JOKL, L.: Projektory, pseudoinverzní operátory a hodnocení geodetických sítí. [Příloha k výzkumnému úkolu č. R-4-01-02 VÚGK Bratislava.] Praha, ČVUT Praha, Stavební fakulta, 1982. 40 s.
- KUBÁČEK, L., KUBÁČKOVÁ, L., KUKUČA, J., 1982: Pravdepodobnosť a štatistika v geodézii a geofyzike. První vydání. Veda Bratislava. 362 s.
- KUBÁČEK, L., KUBÁČKOVÁ, L., 2000: Statistika a metrologie. První vydání. Universita Palackého Olomouc, 308 s. ISBN 80-244-0093-6.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

ENERGETICKÁ PRODUKCE FOTOVOLTAICKÝCH SYSTÉMŮ PRO BUDOVY – EXPERIMENTÁLNÍ ZJIŠTĚNÍ

Kamil Staněk

Abstract

This paper introduces a new concept of evaluation of Building Integrated Photovoltaic (PV) systems. The concept is based on effective efficiency and Performance Ratio of a PV system and takes into account all the losses involved during operation of the system, mainly due to adverse optical and thermal effects that are not included in a widely used nominal efficiency. The first step is to calculate the effective efficiency and Performance Ratio of a PV system in the planning process. However, these characteristics not necessarily represent realistic behavior of the system and calculated energy production can be overestimated. It is suggested to perform corrections after the first year of operation based on measured performance data of the system. This paper presents annual experimental data from the experimental façade and flat-roof PV installations at CTU in Prague and shows the process of their evaluation with respect to the effective efficiency and Performance Ratio.

1. Úvod

Vhledem k tomu, že zásoby tradičních fosilních paliv se rychle a nevyhnutelně zmenšují, je vyvíjeno velké úsilí na hledání alternativních zdrojů energie. Jedním z nich je fotovoltaika (FV), technologie umožňující přímou přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. Celková výrobní kapacita FV systémů v roce 2007 překročila celosvětově 6,5 GW_p, z čehož 92,5 % podíl tvoří systémy na bázi krystalického křemíku (c-Si) [1]. Důvod pro úspěch krystalického křemíku ve FV aplikacích je zřejmý – jedná se o prověřenou technologii, která je v polovodičovém průmyslu rozvíjena již od 40. let 20. století. Možnosti použití FV systémů na bázi c-Si ve vystavěném prostředí jsou také předmětem výzkumu na Fakultě stavební ČVUT.

Budovy, a vystavěné prostředí obecně, jsou pro použití FV prvků vhodným místem, protože výrobou elektrické energie v místě spotřeby jsou eliminovány ztráty v přenosových soustavách a může být dosažena částečná – v extrémních případech i úplná – energetická soběstačnost objektu. Koncepty decentralizované výroby energie pro budovy a sídla jsou také vnímány jako vhodná cesta k jejich energetickému zabezpečení. V tomto ohledu je spojení fotovoltaika – budova zajímavé, protože provoz FV systému je bezhlučný a s nulovou produkcí škodlivin, nedochází tedy k ohrožení uživatelského komfortu ani ke zhoršení mikroklimatu v budově a jejím okolí.

V posledních několika letech se v rámci výzkumu FV systémů začleněných do budov objevují snahy o stanovení jejich dlouhodobé účinnosti v reálných provozních podmínkách, pro kterou se vžil termín *efektivní účinnost*, a souvisejícího *Performance Ratio (PR)*. Správné určení těchto parametrů je předpokladem pro kvalifikovaný návrh FV systému, jeho bezproblémové začlenění do budovy a pro přesný odhad energetické produkce systému a následné ekonomické úvahy. V textu je konkrétní výpočet ukázan pro experimentální FV systém o výkonu 40,9 kW_p instalovaný na Fakultě stavební ČVUT v Praze, který byl uveden do provozu v lednu 2006.

Kamil Staněk, Ing.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí pozemních staveb
Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice
tel.: 224 354 473, fax.: 233 339 987, e-mail: kamil.stanek@fsv.cvut.cz

2. Fotovoltaika pro budovy na bázi krystalického křemíku

Fotovoltaický systém se skládá z několika základních, vzájemně propojených komponent. Částí s největšími prostorovými nároky jsou FV panely, jejichž soubor je označován jako FV pole. Konverzní účinnost komerčně vyráběných solárních článků je 15 – 17 %. FV panel je vytvořen elektrickým sério-paralelním pospojováním solárních článků, které jsou zalaminovány do ochranných vrstev a z přední strany opatřeny tvrzeným krycím sklem. Většinou jsou FV panely osazeny do ztužujícího hliníkového rámu, který umožňuje jejich kotvení k podpůrné konstrukci. FV panely produkují stejnosměrný (DC) proud, jehož velikost závisí na ploše článků, způsobu jejich pospojování, na množství dopadajícího slunečního záření a jeho spektru. Napětí na článcích je určeno povahou PN přechodu v článcích, způsobem jejich pospojování a zejména provozní teplotou článků. Účinnost běžně komerčně dostupných FV panelů je 12 – 15 % a jejich životnost cca 30 let.

FV panely jsou nesené podpůrnou konstrukcí upevňovanou k dostatečně únosným částem budovy. Převážně se jedná o rámový systém hliníkových a/nebo ocelových profilů, lze však použít i dřevěné prvky.

Další nezbytné elektrotechnické prvky systému mají minimální prostorové nároky. Jedná se zejména o DC/AC měniče napětí, které konvertují produkovaný stejnosměrný proud na běžně využitelný střídavý proud (AC). Součástí kompletního FV systému je dále rozvaděč, ochranné el. prvky a samozřejmě kabeláž.

Při integraci FV systému do budovy je třeba brát v potaz energetické, elektrotechnické, konstrukční a architektonické souvislosti. Souhrnně jsou FV systémy provedené jako integrální součást obvodového pláště budovy označovány anglickým „*Building Integrated Photovoltaics*“, zkráceně BIPV. Typicky vhodným místem pro instalaci FV systémů jsou nezastíněné střechy a fasády budov s příznivou orientací.

3. Efektivní účinnosti a Performance Ratio – definice pojmů

V současné době je plánování FV systémů pro budovy často založeno na nominálních charakteristikách FV komponent udávaných výrobcem. Tyto hodnoty však dostatečně spolehlivě nepopisují a ani nemohou popsat chování FV systému v reálných provozních podmínkách. Předpovědi produkce elektrické energie tak jsou často nadhodnoceny. Proto je postupně zaváděn nový pojem efektivní účinnosti, jejímž cílem je zohlednit chování konkrétních FV prvků ve specifických podmínkách dané lokality. Vstupní údaje pro výpočet efektivní účinnosti lze rozdělit do třech kategorií

- údaje příslušné dané lokalitě: intenzita slunečního záření G (W/m^2), úhrn energie slunečního záření pro zvolený časový úsek E_{sol} (kWh/m^2), teplota vnějšího vzduchu T_{amb} ($^{\circ}\text{C}$), rychlost a směr větru
- parametry FV instalace: orientace, sklon, geometrické uspořádání, topografie okolního terénu, návaznost na budovu v případě FV systémů integrovaných do budov
- výrobní specifikace FV panelů, měničů napětí a popř. dalších elektrotechnických prvků (baterie, regulátory dobíjení apod.).

Dlouhodobou efektivní účinnost lze vyjádřit jako podíl vyrobené elektrické energie a energie dopadajícího slunečního záření na plochu FV panelů ve zvoleném časovém úseku (typicky pro modelový rok) [2]

$$\eta_{PV,eff} = \frac{E_{AC}}{E_{sol}} = \frac{\int_{rok} \eta_{PV} \cdot G dt}{\int_{rok} G dt} \quad (1)$$

$\eta_{PV,eff}$ efektivní účinnost FV systému ve zvoleném časovém úseku (-)

E_{AC} úhrn vyrobené elektrické energie ve zvoleném časovém úseku (kWh)

E_{sol} úhrn energie slunečního zář. dopadajícího na plochu FV panelů ve zvoleném časovém úseku (kWh)

η_{PV} okamžitá účinnost FV systému (-)

G intenzita slunečního záření dopadajícího na FV panely (W/m^2).

Na základě efektivní účinnosti je možné zavést nový, snadno přijatelný systém energetického štitkování FV systémů pomocí tzv. *Performance Ratio (PR)*, které je vztaženo ke jmenovité účinnosti systému a lze jej chápat také jako relativní efektivní účinnost

$$PR = \frac{\eta_{PV,eff}}{\eta_{PV,nom}} \quad (2)$$

PR Performace Ratio (relativní efektivní účinnost) v rozmezí hodnot 0 až 1, resp. 0 až 100 %

$\eta_{PV,nom}$ jmenovitá účinnost FV systému.

Je evidentní, že *efektivní účinnost* v sobě zahrnuje veškeré ztráty FV systému včetně těch, které nejsou součástí jmenovité účinnosti, a že *Performace Ratio* je mírou těchto přídavných ztrát. Znalost obou parametrů provozovatelům umožňuje provést rychlou předpověď dlouhodobé produkce elektrické energie celého FV systému na základě způsobu instalace a známých meteorologických podmínek dané lokality.

4. Jmenovitá účinnost

Protože FV systémy jsou lineární soustavou jednotlivých komponent, je jejich jmenovitá účinnost prostým součinem dílčích jmenovitých účinností jednotlivých komponent. Nejdůležitější roli zde hrají jmenovité účinnosti FV panelů a DC/AC měničů napětí, jejichž hodnoty jsou z podstaty jejich stanovení v čase konstantní.

Jmenovitá účinnost FV panelů je výrobcí udávána při tzv. Standardních testovacích podmínkách (STC), které jsou definovány následujícím způsobem:

- intenzita záření dopadajícího na FV panel $G_{STC} = 1\,000\, W/m^2$
- teplota solárních článků $T_{cell,STC} = 25\, ^\circ C$
- spektrum dopadajícího záření odpovídající $AM = 1,5$ (tloušťka atmosférické vzduchové vrstvy, kterou záření prochází).

Typ panelu	Popis	Jmen. účinnost	Obrázek
Solartec PE72-106-24 $P_{nom} = 106\, W_p$ teplotní koeficient $-0,0040\, 1/^\circ C$	72 monokrystal. c-Si článků (4") skladba: sklo/EVA/články/EVA/Tedlar rám: eloxovaný hliník rozměr: 1 310 x 654 x 40 mm	12,8 %	

Tab. 1 Základní parametry FV panelů Solartec PE72-106-24 použitých pro experimentální FV systém na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

Jmenovitá účinnost DC/AC měničů napětí je udávána pomocí standardizované hodnoty tzv. Euro účinnosti, která má např. pro síťové 1fázové DC/AC měniče napětí Fronius IG60 použité pro experimentální FV systém na Fakultě stavební ČVUT v Praze hodnotu 93,5 %.

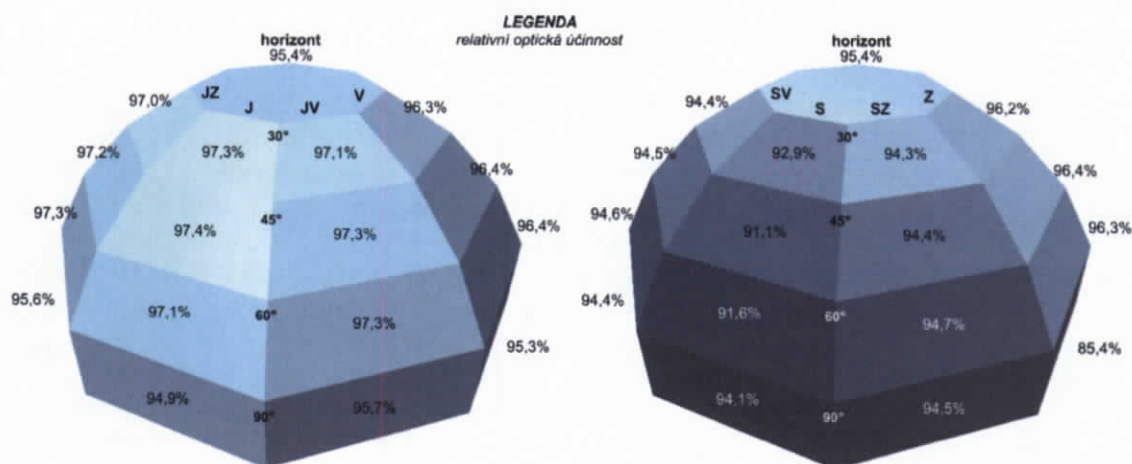
5. Mechanismus ztrát FV systémů

Konstantní hodnoty jmenovité účinnosti FV komponent neodpovídají jejich chování v reálných podmínkách, které je závislé na řadě proměnlivých vlivů. Největší rozdíl mezi skutečnou a jmenovitou účinností lze sledovat na FV panelech, kde se projevují následující vlivy odpovědné za pokles výsledné energetické produkce

- 1) optické ztráty na FV panelech závislé na úhlu dopadu sluneč. záření
- 2) vliv spektra slunečního záření na konverzní účinnost solárních článků
- 3) negativní teplotní závislost konverzní účinnosti solárních článků
- 4) závislost konverzní účinnosti solárních článků na hladině intenzity dopadajícího slunečního záření
- 5) negativní vliv stárnutí FV panelů (-0,8% / rok)
- 6) ostatní negativní vlivy (zašpinění a biologické znečištění FV panelů, elektrické ztráty na kontaktech a kabeláži, atd.)

Postup stanovení jednotlivých ztrát je podrobně popsán v literatuře [3, 4]. Zde jsou uvedeny pouze výsledné hodnoty pro vybrané sklony a orientace platné pro většinu lokalit České republiky.

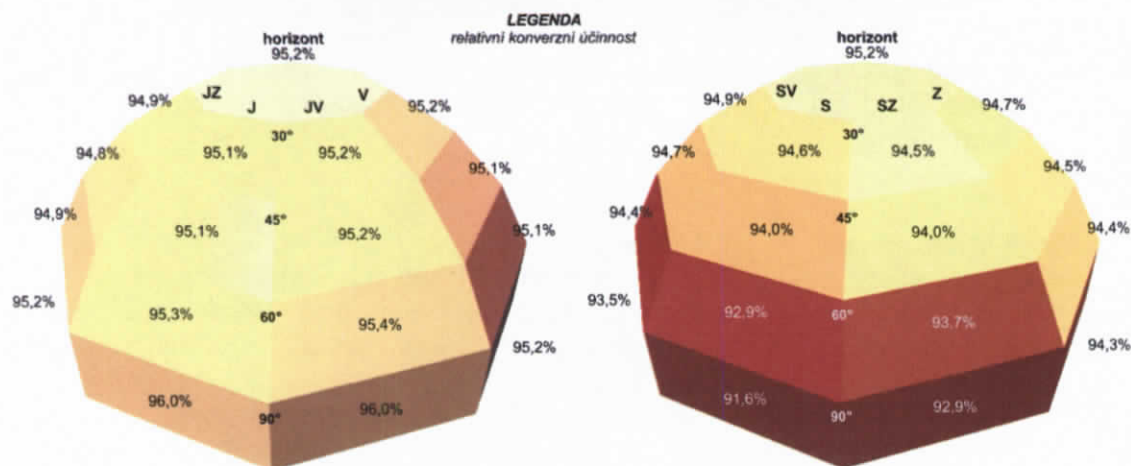
K optickým ztrátám (bod 1) dochází zejména díky zvýšené odrazivosti a pohltivosti krycího skla FV panelu pro úhly dopadu slunečních paprsků větších než 60°.



Graf 1 Roční relativní optická účinnost pro FV panely různých sklonů a orientací – vyjádření bodu 1).

Vliv bodu 2) je v u FV panelů na bázi krystalického křemíku v ročním souhrnu velmi malý a lze jej zanedbat.

Zvýšená provozní teplota solárních článků, která je nevyhnutelným důsledkem jejich oslunění, vede k poklesu jejich konverzní účinnosti o 0,4 až 0,5 %/°C (bod 3). Ta je dále negativně ovlivněna logaritmickým poklesem napětí na článcích, ke kterému dochází při intenzitách slunečního záření pod 300 W/m² (bod 4).



Graf 2 Roční relativní konverzní účinnost pro FV panely různých sklonů a orientací – souhrnné vyjádření bodů 3) a 4).

Vliv bodu 5) je vždy nutné posoudit podle konkrétní situace a doby provozu FV panelů. Bod 6) je souhrnem veškerých dalších negativních vlivů na FV panely. Jejich míra se může opět velmi lišit dle konkrétní situace, v prvním přiblížení však lze tyto ztráty uvažovat v rozmezí 3 až 5 %.

Také skutečná účinnost DC/AC měničů se může v reálném provozu lišit od jejich jmenovité účinnosti, a to zvláště, pokud jejich výkonové parametry neodpovídají výkonovým parametrům připojených FV polí. Nicméně v případě správného dimenzování systému Euro účinnost dobře vystihuje dlouhodobé chování měničů a nedochází k tak vysokým odchylkám jako u FV panelů.

Je patrné, že k největším ztrátám FV systémů, a rozdílu oproti jmenovitým hodnotám, dochází vlivem poklesu konverzní účinnosti solárních článků díky nárůstu jejich provozní teploty při dopadu slunečního záření. Tyto ztráty je možné korektně předpovědět zejména pro FV systémy s panely instalovanými v otevřené poloze, tzn. v situaci, kdy panely jsou z obou stran plně vystaveny vnějšímu prostředí a odvod nadbytečného tepla konvekcí je z obou stran panelů rovnoměrný. Pro tuto situaci platí hodnoty v *Grafu 2*. Přesné stanovení poklesu konverzní účinnosti však může být obtížné, pokud jsou FV panely v těsné blízkosti stavebních konstrukcí, či přímo jejich součástí, jak bude ukázáno dále.

Obecně lze ve fázi návrhu FV systému vypočítat jeho efektivní účinnost vynásobením jmenovité účinnosti dle *Kapitoly 2* hodnotou *PR*, které je souhrnem veškerých ztrát popsanych v této kapitole.

6. Experimentální FV systém na Fakultě stavební ČVUT v Praze

Na budově „B“ Fakulty stavební ČVUT v Praze byl v roce 2006 uveden do provozu experimentální FV systém o výkonu 40,9 kW_p.

FV systém je z části instalován na ploché střeše, z části na jihozápadní fasádě budovy „B“ a skládá se z následujících základních komponent:

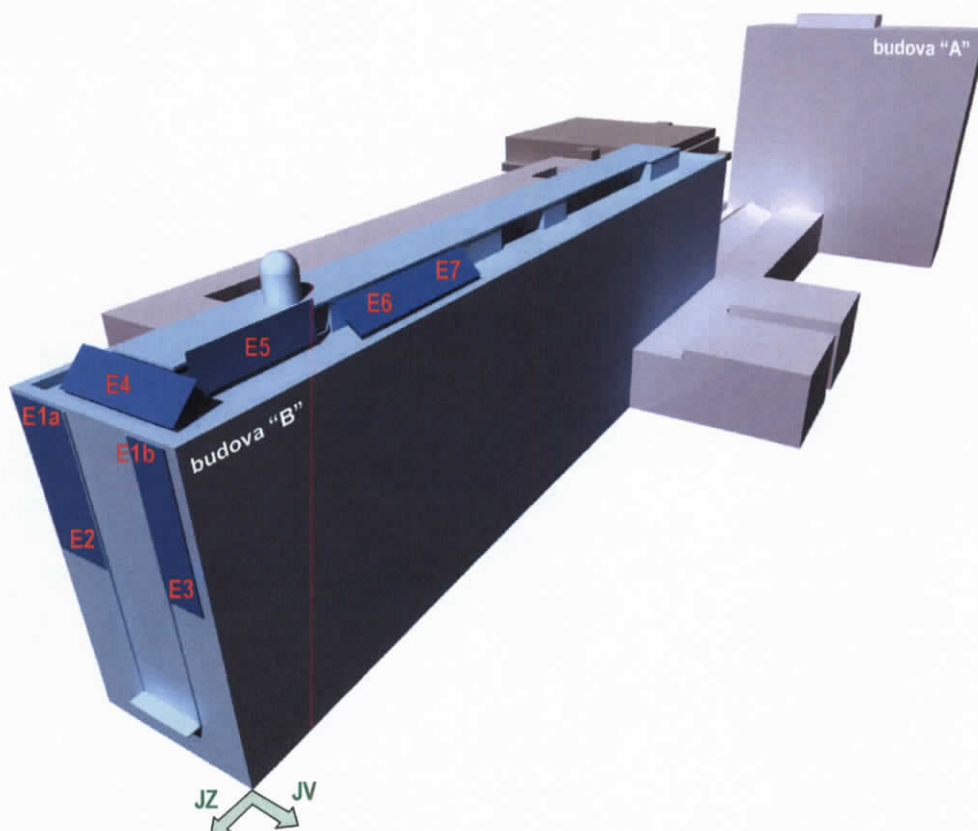
- rámové FV panely na bázi monokrystalického křemíku (c-Si)
- fixní rámová ocelo-hliníková podpůrná konstrukce
- síťové DC/AC měniče napětí

- vnější a vnitřní ochranné prvky (uzemnění, přepětové ochrany)
- hlavní rozvaděč FV systému, kabeláž a další elektroinstalační prvky
- monitorovací systém (měření a odesílání provozních dat).

FV systém je rozdělen na 7 elektricky nezávislých FV polí E1 až E7.

FV pole	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Poloha	fasáda	fasáda	fasáda	střecha	střecha	střecha	střecha
Orientace	JZ	JZ	JZ	JZ	JV	JV	JV
Sklon	90°	90°	90°	45°	90°	45°	45°
Počet FV panelů	56	60	60	60	60	60	30
Plocha FV panelů	48,0 m ²	51,4 m ²	51,4 m ²	51,4 m ²	51,4 m ²	51,4 m ²	25,7 m ²
Jmenovitý výkon	5 936 W _p	6 360 W _p	6 360 W _p	6 360 W _p	6 360 W _p	6 360 W _p	3 180 W _p

Tab. 2 Základní parametry jednotlivých FV polí E1 až E7.

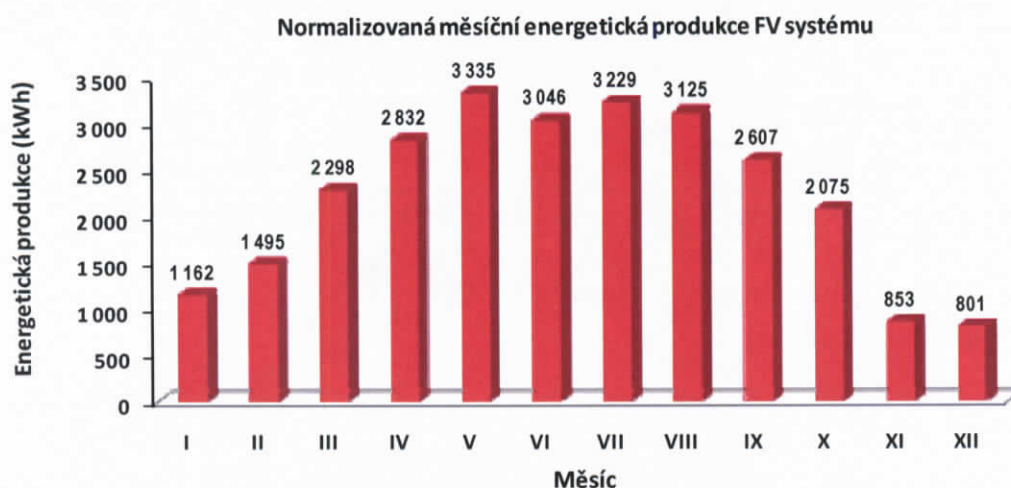


Obr. 1 Geometrický model Fakulty stavební se zakreslením polohy jednotlivých FV polí E1 až E7.

Fasádní FV pole E1, E2 a E3 jsou realizována formou provětrávané fasády s otevřenou vzduchovou mezerou šířky 10 cm. Střešní FV pole E4 až E7 jsou na ploché střeše umístěna v otevřené poloze.

7. Efektivní účinnost a Performance Ratio experimentálního FV systému

Efektivní účinnost a Performance Ratio experimentálního FV systému na Fakultě stavební ČVUT v Praze jsou stanoveny na základě normalizované energetické produkce systému. Normalizovaná energetická produkce je promítnutím skutečně dosažené produkce do dlouhodobých klimatických dat. Její výpočet je proveden na základě produkce FV systému měřené v roce 2006, klimatických dat ČHMÚ pro lokalitu Praha – Karlov pro rok 2006 a dlouhodobých standardizovaných klimatických dat z databáze nástroje PVGIS [5]. Podrobný způsob přepočtu je uveden v literatuře [6].



Graf 3 Výsledná normalizovaná měsíční energetické produkce celého experimentálního FV systému v kWh.

Na základě známé měsíční normalizované energetické produkce jednotlivých FV polí E1 až E7 a měsíčních hodnot energie dopadajícího slunečního záření na jednotlivá FV pole [5], lze dle rovnice (1) vypočítat jejich *efektivní účinnost*.

Měsíc	Měsíční efektivní účinnost jednotlivých FV polí (%)						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
I	12.92%	12.81%	13.62%	12.57%	9.85%	9.56%	9.60%
II	10.44%	10.50%	11.09%	10.76%	9.70%	8.75%	9.26%
III	10.27%	10.46%	10.89%	10.60%	9.44%	7.94%	8.58%
IV	8.19%	8.53%	8.75%	9.57%	10.37%	9.00%	9.73%
V	8.09%	8.64%	8.79%	9.17%	10.24%	9.31%	9.35%
VI	8.05%	8.58%	8.52%	9.28%	9.95%	9.28%	9.30%
VII	7.59%	7.80%	8.01%	8.90%	10.06%	9.16%	9.18%
VIII	8.04%	8.46%	8.67%	9.26%	9.85%	9.21%	9.24%
IX	9.65%	10.37%	10.74%	10.39%	10.39%	9.33%	9.37%
X	9.81%	9.91%	10.68%	10.21%	9.05%	8.69%	8.65%
XI	9.86%	9.55%	10.22%	10.15%	9.53%	8.72%	8.68%
XII	13.42%	13.18%	14.19%	12.28%	10.45%	9.28%	9.24%
CELKEM	9.02%	9.33%	9.67%	9.77%	9.94%	9.05%	9.22%

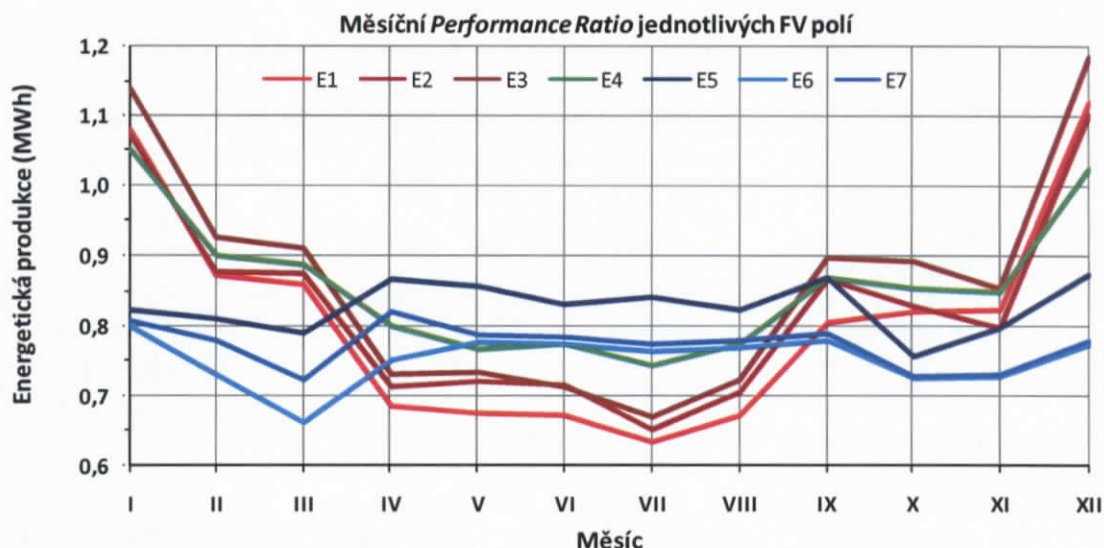
Tab. 3 Měsíční a celková roční měřená efektivní účinnost jednotlivých FV polí.

Následně lze z rovnice (2) vypočíst *Performance Ratio* jednotlivých FV polí. Jmenovitá účinnost FV polí je na základě katalogových hodnot jejich komponent (FV panely a DC/AC měniče napětí) určena následovně

- FV pole E1 až E6: 11,97 %
- FV pole E7: 11,87 %.

Měsíc	Měsíční <i>Performance Ratio</i> jednotlivých FV polí (-)						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
I	1,080	1,070	1,138	1,050	0,823	0,799	0,809
II	0,873	0,878	0,927	0,899	0,810	0,731	0,780
III	0,858	0,874	0,910	0,886	0,789	0,663	0,723
IV	0,684	0,713	0,731	0,800	0,867	0,752	0,820
V	0,676	0,722	0,734	0,766	0,856	0,778	0,788
VI	0,672	0,717	0,712	0,775	0,831	0,775	0,784
VII	0,634	0,652	0,670	0,744	0,840	0,765	0,774
VIII	0,672	0,707	0,724	0,773	0,823	0,770	0,779
IX	0,806	0,867	0,898	0,868	0,868	0,780	0,789
X	0,820	0,828	0,892	0,853	0,757	0,726	0,729
XI	0,824	0,798	0,854	0,848	0,797	0,729	0,732
XII	1,121	1,101	1,185	1,026	0,873	0,775	0,779
CELKEM	0,754	0,780	0,808	0,816	0,830	0,756	0,777

Tab. 4 Měsíční a celkové roční měřené *Performance Ratio* jednotlivých FV polí.



Graf 4 Měřené měsíční *Performance Ratio* jednotlivých FV polí E1 až E7.

Z vynesení průběhů *PR* v grafu 4 lze vyčíst některé jednoznačné vzorce chování jednotlivých FV polí v závislosti na jejich umístění na budovu.

Jihozápadně orientovaná fasádní FV pole E1 až E3 vykazují výrazný pokles hodnot *PR* v letním období, který je způsoben nadměrným zvýšením provozní teploty solárních článků. Zajímavé je srovnání se střešním jihozápadně orientovaným FV polem E4 se sklonem 45° v otevřené poloze. Ačkoli je množství dopadajícího slu-

nečního záření, které způsobuje nárůst teploty, na pole E4 v letních měsících větší než na fasádní pole E1 až E3, vykazuje toto pole vyšší *PR*. Je to dáno tím, že provětrávaná mezera na zadní straně fasádních FV polí neumožňuje plynulý odvod nadbytečného tepla a nárůst provozní teploty je zde relativně vyšší. Tento efekt je dále umocněn nerovnoměrným rozložením teploty FV panelů u fasádních polí – FV panely na fasádě jsou součástí systému dvou vertikálních rovnoběžných desek s vřazenou otevřenou vzduchovou dutinou a s působícím konstantním tepelným tokem na přední z nich (FV panely). Toto uspořádání nevyhnutelně vede k teplotnímu rozdílu mezi spodní a horní částí fasádních FV polí a vzhledem k povaze elektrického spojení polí se ztráta konverzní účinnosti horních teplejších FV panelů negativně promítá i do konverzní účinnosti spodních a chladnějších panelů. Teplotní rozdíl mezi spodní a horní částí fasádních polí činí při vysokých intenzitách slunečního záření až 25 °C [7].

Dále je patrné, že jihovýchodně a jihozápadně orientovaná FV pole vykazují zcela odlišný vzorec chování v průběhu roku. Je to způsobeno tím, že JZ orientovaná pole jsou výrazněji ovlivněna nárůstem teploty vnějšího vzduchu v odpoledních hodinách, kdy na tato pole dopadá maximum slunečního záření, což vede k superpozici obou vlivů a k výraznějšímu zvýšení provozní teploty solárních článků. Naproti tomu na JV orientovaná pole dopadá maximum záření v dopoledních hodinách, kdy je teplota vnějšího vzduchu relativně nízká, což vede k nižší provozní teplotě solárních článků.

Z pozorování dále vyplývá, že fasádní pole E2 a částečně i E1 a E3 jsou negativně ovlivněna stíněním přesahujícími vertikálními žebry, která lemují středový prosklený schodišťový trakt na JZ fasádě budovy „B“. Vyčíslení tohoto jevu bude předmětem dalšího studia. Obecně platí, že stínění FV panelů je velice nepříznivý jev a mělo by se mu předejít pečlivým plánováním systému, a v případě nejistoty provedením podrobné studie zastínění.

Důvod pro relativně nízké hodnoty *PR* střešních FV polí E6 a E7 zatím nebyl nalezen. Teoreticky by měla vykazovat podobné roční průměrné hodnoty *PR* jako střešní pole E4, skutečně dosažené hodnoty jsou však nižší. Je pravděpodobné, že rozdíl je zapříčiněn opět vlivem stínění a tento problém bude dále studován.

8. Shrnutí a závěry

Je evidentní, že realistická předpověď energetické produkce FV systémů nemůže být založena na hodnotách jmenovitých účinností jednotlivých komponent, ale musí vycházet ze započtení veškerých ztrát, které jsou nedílnou součástí FV systémů ve skutečných provozních podmínkách. Nově zaváděná *efektivní účinnost* a *Performance Ratio* jsou schopny pomocí již standardizovaného postupu realisticky popsat chování FV systémů. Tento výpočet však může být provázen nepřesnostmi, zejména u FV systémů s FV panely integrovanými do budov.

Analýza měřených provozních dat na experimentálním FV systému o výkonu 40,9 kW_p na Fakultě stavební ČVUT v Praze ukazuje některé zřetelné vzorce chování FV polí v závislosti na jejich způsobu umístění na budově, zejména s ohledem na teplotní vlivy. Tyto výstupy budou dále porovnány s výstupy ze standardizovaných výpočtů *efektivní účinnosti* a *Performance Ratio* pro FV systémy s FV panely v otevřené poloze. Zjištění povedou ke zpřesnění a modifikacím zavedených postupů tak, aby lépe popisovaly specifika FV systémů začleněných do budov.

Literatura

- [1] EPIA, Greenpeace. *Solar generation IV – 2007 [online]*. Brussels, 2007. <<http://www.epia.org>>
- [2] TOPIČ, M. – BRECL, K. – KURNIK, J. – SITES, J. *Effective Efficiency and Performance Ratio as Energy Rating System for PV Modules*, 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, 4-8 September 2006, Dresden, Germany.
- [3] KRAUTER, S. *Solar Electric Power Generation*. Berlin: Springer, 2006. 271 pp. ISBN 3-540-31345-1.
- [4] *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. Chichester: John Wiley and Sons, 2003. Ed. Luque, A – Hegedus, S. 1138 pp. ISBN 0-471-49196-9.
- [5] *PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System)*. On-line výpočtový nástroj pro posouzení solárního potenciálu lokality a standardizovaný výpočet energetické produkce FV systémů. European Commission, JRC, Institute for Environment and Sustainability, Renewable Energies Unit, 2001-2007 (Nástroj přístupný na <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>)
- [6] STANĚK, K. *Dílčí výzkumná zpráva VZ04 Č. 1/2007 – Fotovoltaický systém o výkonu 40,9 kW_p na Fakultě stavební ČVUT v Praze – Vyhodnocení energetické produkce a ekonomického potenciálu*. Fakulta stavební ČVUT v Praze, Praha, 2007.
- [7] BENDA, V., MACHÁČEK, Z., STANĚK, K. Non-Uniform Temperature Distribution on a Photovoltaic Field under Real Operating Conditions. In *SOLAR07 – Proceedings of conference*, Alice Springs, 2 – 6 září, Australian and New Zealand Energy Society (ANZSES), 2007.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

AKTIVOVANÝ ÚLETOVÝ POPÍLEK JAKO NOVÝ STAVEBNÍ MATERIÁL

Rostislav Šulc, Pavel Svoboda

Abstract

In this paper some production processes and possibilities of alkaline activation of fly ash are examined. This fly ash is used as a binder in new type of concrete without cement binder, called POPbeton. Program was focused on „cold way“ preparation of POPbeton without necessity of heating. Samples of POPbeton with different types of fly ash were prepared. POPbeton samples prepared by „cold way“ were compared with POPbeton samples prepared with heating. This technology is following step to use waste materials such as fly ash and slag.

1. Úvod

Od roku 2003, kdy byla navázána úzká spolupráce mezi Ústavem skla a silikátů VŠCHT a Katedrou technologie staveb ČVUT FSV v Praze probíhá výzkum využití úletových popílků z velkých topenišť na základě výzkumu geopolymerní reakce, který již několik let probíhal v Ústavu skla a silikátů. Cílem této spolupráce je aplikace získaných výsledků výzkumu do praktického užití ve stavební praxi. Postupně byla ověřena možnost aktivace popílků jak z černého uhlí, tak z uhlí hnědého. Problémem pro širší využití aktivovaného popílku jako pojiva v POPbetonu® však zůstávala nutnost temperování čerstvé betonové směsi. Takto připravovaný typ POPbetonu® byl vhodný pouze pro použití na prefabrikáty menších rozměrů např. zámkové dlažby apod. Proto bylo nutné vyvinout novou technologii přípravy POPbetonu®, která by odbourala nutnost temperování. Za tímto účelem byl hledán tzv. „regulátor tvrdnutí“. Tato látka má za účel nastartovat celý proces geopolymerní reakce bez nutnosti dodávat energii ve formě tepla. Proto byl výzkum po ověření základních vlastností POPbetonu aktivovaného temperováním zaměřen na možnost aktivace popílku bez nutnosti následného temperování.

Tato technologie je ovšem časově náročnější na dosažení výsledních pevností POPbetonu®. Opět byla zkoumána možnost aktivace popílku z černého i hnědého uhlí. Byly provedeny kontrolní zkoušky přísad a příměsí běžných pro klasický cementový beton. V žádném případě se však nepodařilo zkrátit dobu dosažení konečných pevností, ačkoliv některé zejména alkalicky aktivní příměsi prokázaly pozitivní vliv na výsledné pevnosti POPbetonu®.

Celý program je zaměřen zejména na využití hnědouhelných popílků, kterých je v naší republice produkováno mnohonásobně více než popílků černouhelných. Jak prokázaly zkoušky, aktivovaný hnědouhelný popílek je méně reaktivní a výsledná směs má horší vlastnosti než směs, kde je použit výhradně černouhelný popílek. Proběhlé ověřovací zkoušky na černouhelných popílcích prokázaly vyšší reaktivitu popílku a tím i lepší výsledné vlastnosti POPbetonu, které byly srovnatelné nebo lepší než výsledky dosažené v zahraničí [1]. Vzhledem k množství produkováných typů popílků v Čechách však zůstává prioritou pro POPbeton® popílek hnědouhelný, při-

Rostislav Šulc, Ing

tel.: 224 354 581, e-mail: rostislav.sulc@fsv.cvut.cz

Pavel Svoboda, Doc. Ing., CSc.

tel.: 224 354 591, e-mail: svobodap@fsv.cvut.cz

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra technologie staveb
Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

padně směs obou popílků, která bude složením odpovídat poměru produkce obou druhů popílků.

Hlavní výhodou tohoto materiálu je tedy snižování ekologické zátěže životního prostředí tím, že dochází k využívání odpadních materiálů. S tím souvisí i příznivá cena vstupních materiálů, která je výhodnější než u tradičních betonových pojiv. Nevýhodou zůstává nutnost temperování popílku spolu s alkalickými aktivátory, tak aby došlo k samotné aktivaci popílku, případně náklady spojené s uložením netemperovaných těles, až do jejich alespoň částečného vytvrzení.

2. Aktivace popílku pomocí temperování

V první vývojové fázi přípravy POPbetonu[®] byl použit systém, kde je popílek aktivován temperováním. Tento proces má variabilní nastavení ve smyslu rozsahu teplot a doby po kterou jsou čerstvé vzorky temperovány. Nedostatkem je nutnost dodávání tepla a do jisté míry i nevhodné objemové změny v důsledku temperování.

Pro porovnání bylo zhotoveno pět sérií s různými typy popílku. Byly použity dva druhy černouhelného a dva druhy hnědouhelného popílku – viz. Tab. 1.

série	lokalita	typ popílku
60	Opatovice	hnědouhelný
73	Freiberg – EFA fuller	černouhelný
75	Dětmárovice	černouhelný
77	Chvaletice	hnědouhelný
78	Freiberg - EFA fuller	černouhelný

Tab. 1: Popílek v temperovaných sériích

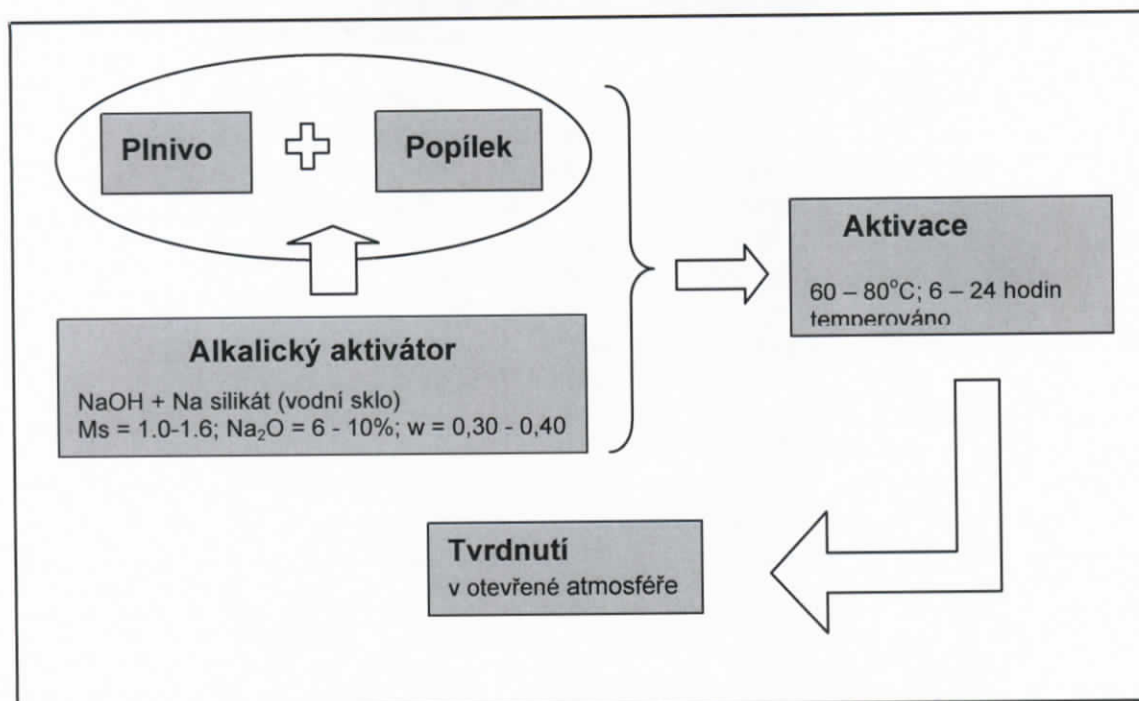
Vstupními materiály pro POPbeton[®] aktivovaný temperováním byly:

- těžené kamenivo 0-4 mm, lokalita Dobříň
- drcené kamenivo 4-8 mm, lokalita Zbraslav
- drcené kamenivo 8-16 mm, lokalita Zbraslav
- hnědouhelný nebo černouhelný popílek, lokalita Opatovice, Dětmárovice, Freiberg
- vodní sklo - Na silikát
- hydroxid sodný - Na(OH)

Důležitou roli v celém procesu aktivace popílku hraje technologický postup výroby. Ten byl zvolen tak, aby co nejvíce odpovídal postupu při výrobě cementového betonu. Tento postup zároveň napomáhá zpracovatelnosti čerstvé směsi, která je velmi citlivá na množství obsažené vody. Předpokládaný význam vody v kompozici je takový, že je využita pouze jako transportní médium pro alkalické aktivátory. Zajistí tak dopravu a obalení jednotlivých zrn popílku, který je v silně zásaditém prostředí aktivován. Její další výskyt v kompozici je tak spíše kontraproduktivní. Její postupné odpařování vede k objemovým změnám vzorku. V případě temperovaných těles se díky unikající vodě a rychle tvrdnoucí struktuře geopolymery zvětšuje objem.

U těles uložených volně se naopak objem zmenšuje, neboť struktura geopolymery tvrdne výrazně pomaleji a tělesa, která jsou dlouhou dobu plastická se smršťují.

Na Obr. 1 je naznačeno schéma pro přípravu temperovaných sérií.

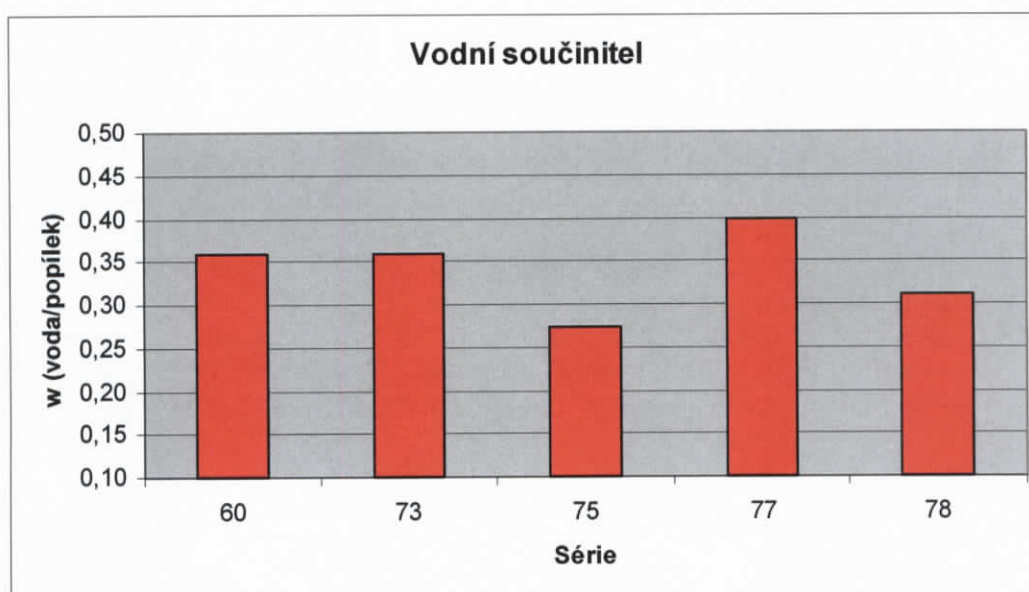


Obr. 1 Schéma přípravy POPbetonu - temperováno

Byla vyrobena zkušební tělesa o rozměrech 100 x 100 x 100 mm do forem. Tělesa byla zpracována vibrací po dobu dvou minut. Následně byla tělesa uložena do sušárny a temperována. Po ukončení temperování byla tělesa ve formách ponechána v laboratorním prostředí k tvrdnutí. Po 7 dnech od zhotovení byla tělesa odformována. Všechna tělesa (všech sérií) byla temperována na stejnou teplotu a po stejnou dobu. Na tělesech byla zkoumána pevnost po 7, 14 a 28 dnech. Dále byla orientačně zkoumána pevnost z dlouhodobého hlediska.

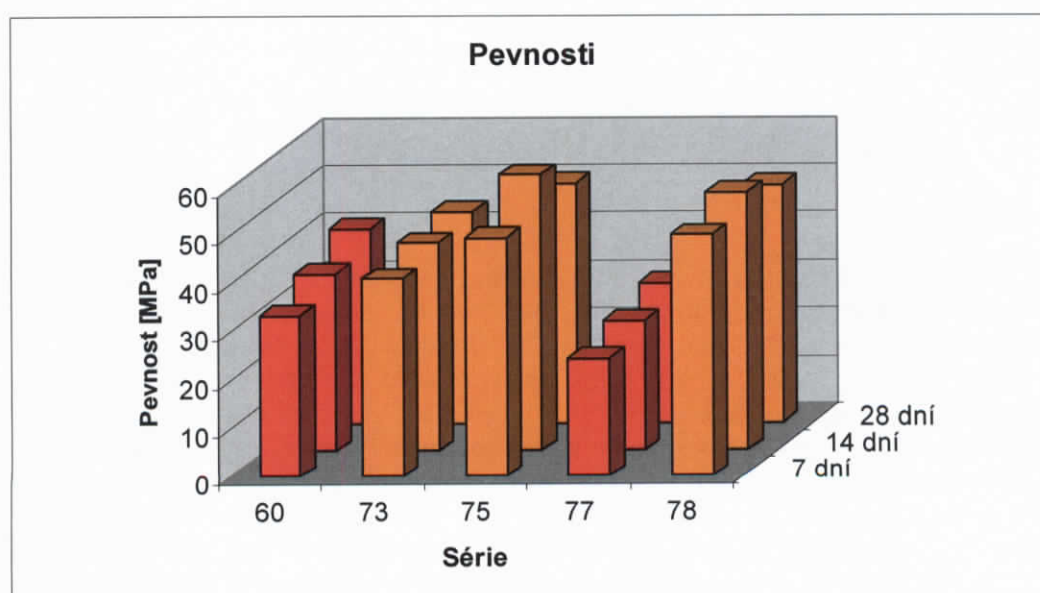
Jelikož množství vody výrazně ovlivňuje jak dobu zrání POPbetonu[®], tak celkové dosažené pevnosti dlouhodobé pevnosti, je velmi nutné udržet jeho hodnotu na nejnižší možné hranici, tak aby byla zachována stejná zpracovatelnost betonové směsi. Černouhelný popílek se v tomto ohledu projevil jako drobnější proto, bylo použito méně záměsové vody. Výsledný vliv množství vody je dobře vidět na sériích č. 73 a 78, které byly jinak totožné.

Na Obr. 2 jsou vyobrazeny hodnoty vodního součinitele pro temperované série. Je patrné, že vodní součinitel není stejný a to v důsledku zachování stejné zpracovatelnosti pro všechny série. Obecně se dá říct, že černouhelné série jsou lépe zpracovatelné i při nižším vodním součiniteli. To je pozoruhodné, neboť chemické složení i granulometrie jednotlivých popílků nevykazují příliš rozdílné hodnoty.



Obr. 2 Vodní součinitel pro temperované série

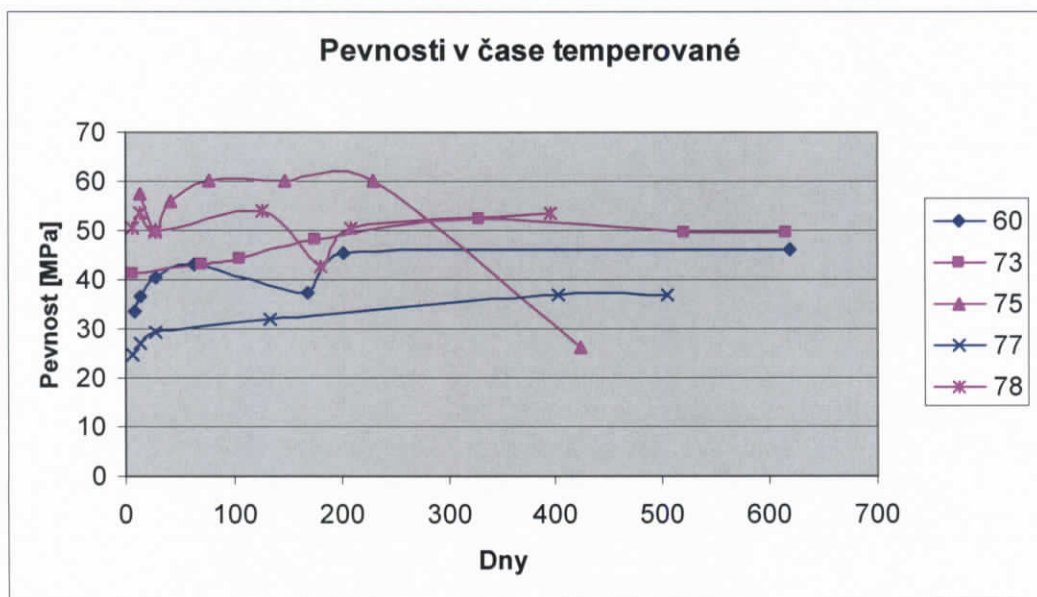
Na výsledných pevnostech (Obr. 3) je dobře vidět rozdíl mezi pevnostmi černouhelného popílkového pojiva a hnědouhelného. Zatímco u černouhelných popílků se výsledné pevnosti pohybují okolo 50 MPa, u hnědouhelných je výsledná pevnost kolem 40 MPa. Výsledek může souviset jak s velikostí částic jednotlivých popílků, což se podle rozboru velikosti částic nepodařilo prokázat, tak s různou reaktivitou jednotlivých popílků. Celý problém je teď ověřován zejména z hlediska velikosti částic a možnosti mletí jednotlivých popílků. Oranžové sloupce odpovídají hnědouhelným popílkům a červené černouhelným.



Obr. 3 Pevnosti temperovaných sérií

Rozdíl mezi hnědouhelnými a černouhelnými popílkami je tedy patrný, zejména v počátečních pevnostech. Zrovna tak je zřetelně pozorovatelný rozdíl v pevnostech při různých vodních součinitelích.

Na uvedených sériích byly dále orientačně sledovány hodnoty pevností v průběhu času (Obr. 4). Ukázalo se, že u temperované varianty nedochází k výraznějším výkyvům v průběhu doby delší než jeden rok. Nárůst pevností je zhruba do 10 MPa v průběhu času a nárůst pevností probíhá do cca třicátého dne stáří těles. Razantnější nárůst pevností je patrný pouze v prvních třiceti dnech. Poré je již pevnost stabilní. Černouhelné popílkami prokázaly vyšší pevnost, avšak pouze v raném stáří o to i přes 10 MPa. Z dlouhodobého hlediska lze ale konstatovat, že konečná pevnost černouhelného popílku je cca. o 5 MPa vyšší než u hnědouhelného popílku.



Obr. 4 Pevnosti temperovaných sérií

3. Aktivace popílku „za studena“

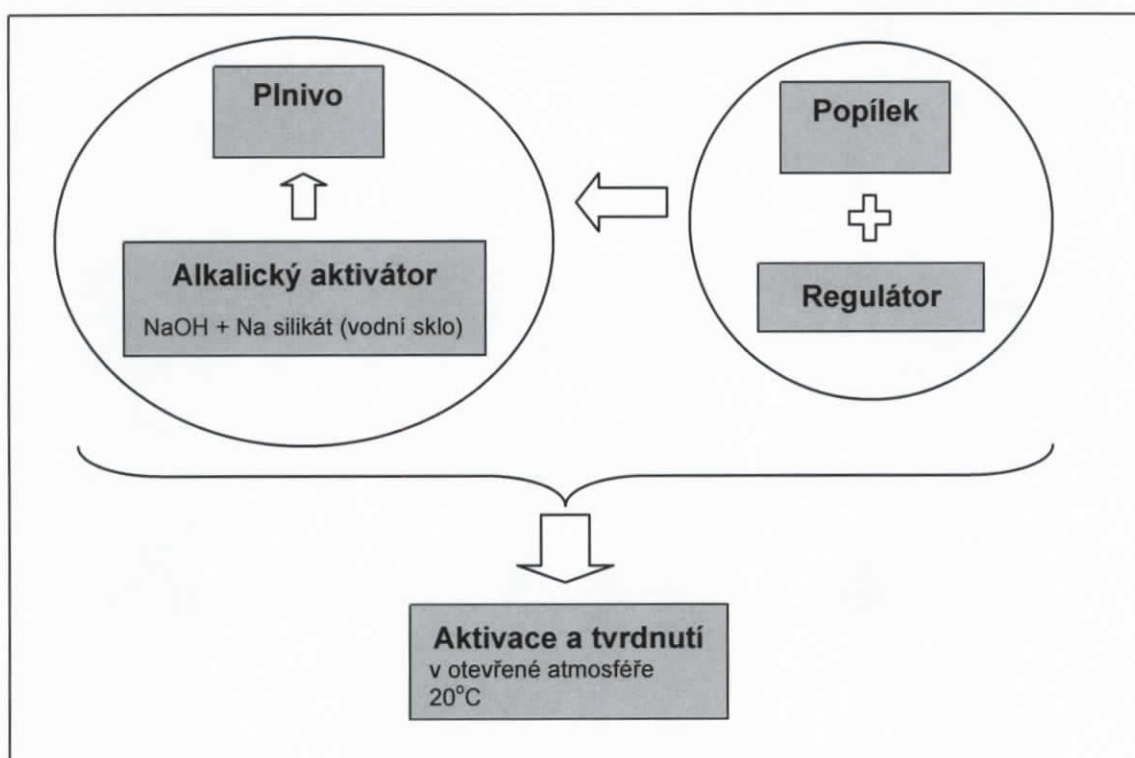
Obdobný postup byl zvolen pro ověření vlastností různých popílků při výrobě POPbetonu® „studenou cestou“, tedy bez nutnosti temperování. „Studená cesta“ s ukázala jako alternativa k temperování. Odbourat tento energeticky náročný proces, byl významný požadavek, vzhledem k dalšímu možnému využití POPbetonu®. Bylo tedy nutné najít způsob, který aktivuje popílek i za laboratorních podmínek, výhledově i za podmínek nepříznivých pro cementové betony. Proto bylo nutné najít tzv. regulátor tvrdnutí – látku, která celou geopolymerní reakci nastartuje. Vzhledem k tomuto regulátoru bylo nutné upravit podmínky a schéma míchání POPbetonu®, které se tak více přiblížilo postupu popisovanému v zahraniční literatuře. Tedy nejprve samotná aktivace popílku s aktivátory a regulátorem tvrdnutí a poté přidání plniva.

Pro aktivaci popílků „za studena“ byly použity opět osvědčené hnědouhelné popílkami z Opatovic, černouhelné z Dětmovic a Freibergu a pokusně byl aktivován i popílek z fluidního spalování z elektrárny z Kladna, který má oproti uletovým popílkům vyšší obsah CaO. V tabulce 2 je shrnutí.

série	lokalita	typ popílku
123	Opatovice	hnědouhelný
147	Opatovice	hnědouhelný
126	Kladno	fluidní
129	Freiberg - EFA fuller	černouhelný
146	Dětmarovice	černouhelný

Tab. 2 Popílek v sériích vyráběných za studena

Série 147 byla aktivována podle schématu na Obr. 5. Popílek smíchaný s regulátorem tvrdnutí byl přidán k roztoku aktivátorů a k plnivu.



Obr. 5 Schéma přípravy POPbetonu - netemperováno

Vstupními materiály pro POPbeton® aktivovaný za studena byly:

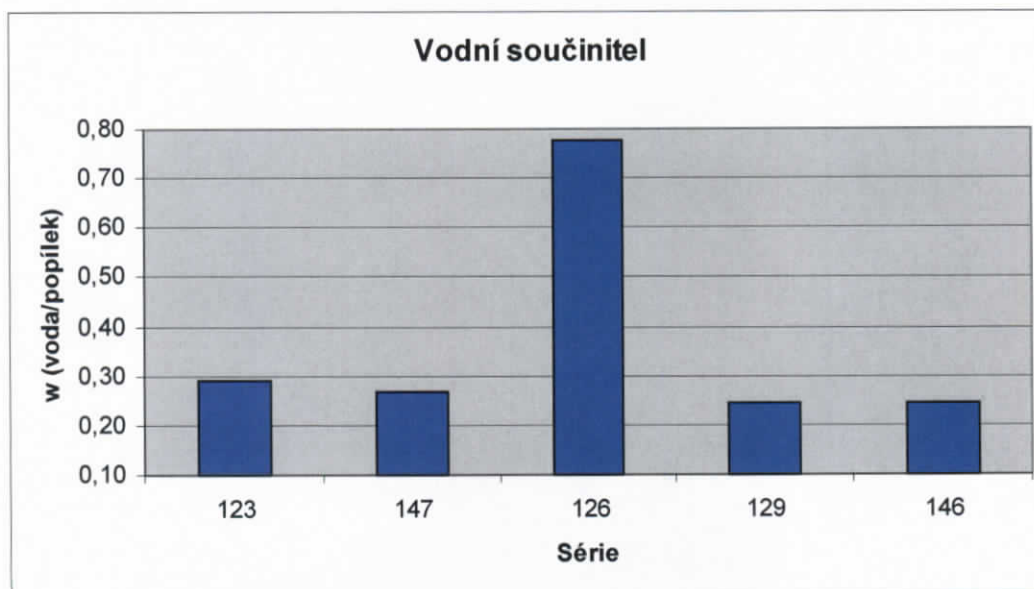
- těžené kamenivo 0-4 mm, lokalita Dobříň
- drcené kamenivo 4-8 mm, lokalita Zbraslav
- drcené kamenivo 8-16 mm, lokalita Zbraslav
- hnědouhelný nebo černouhelný popílek, lokalita Opatovice, Dětmarovice, Freiberg, Kladno
- vodní sklo - Na silikát
- hydroxid sodný - Na(OH)
- regulátor tvrdnutí – Al(OH)₃

Opět byla vyrobena zkušební tělesa o rozměrech 100 x 100 x 100 mm do forem. Tělesa byla zpracována vibrací po dobu dvou až tří minut. Následně byla tělesa uložena volně v laboratorním prostředí k tvrdnutí. Po 7 dnech od zhotovení byla tělesa odformována. Na tělesech byla zkoumána pevnost po 7, 14 a 28 dnech. Dále byla opět orientačně zkoumána pevnost z dlouhodobého hlediska.

Vodní součinitele byly opět voleny s ohledem na požadavek na co nejmenší množství vody v kompozici a dodržení stejné zpracovatelnosti směsi u všech sérií. Opět se projevila lepší zpracovatelnost černouhelných popílků. Postup výroby bez temperování je o poznání citlivější na množství vody obsažené ve směsi. Proto byl celý postup míchání uzpůsoben k zachování co nejnižších vodních součinitelů.

Z hlediska zpracování se vyskytly velké odlišnosti při použití fluidního popílku z Kladna. Ten se projevil jako nezpracovatelný dokud nebylo přidáno velké množství záměsové vody. Zřejmě to bylo způsobeno vysokým obsahem CaO v samotném fluidním popílku. Výsledky série 126 ovšem nekorespondovaly s ostatními popílků (ať již z důvodu vysokého vodního součinitele či pro nevhodné chemické složení samotného popílku), proto byl fluidní popílek z dalších zkoušek vyloučen.

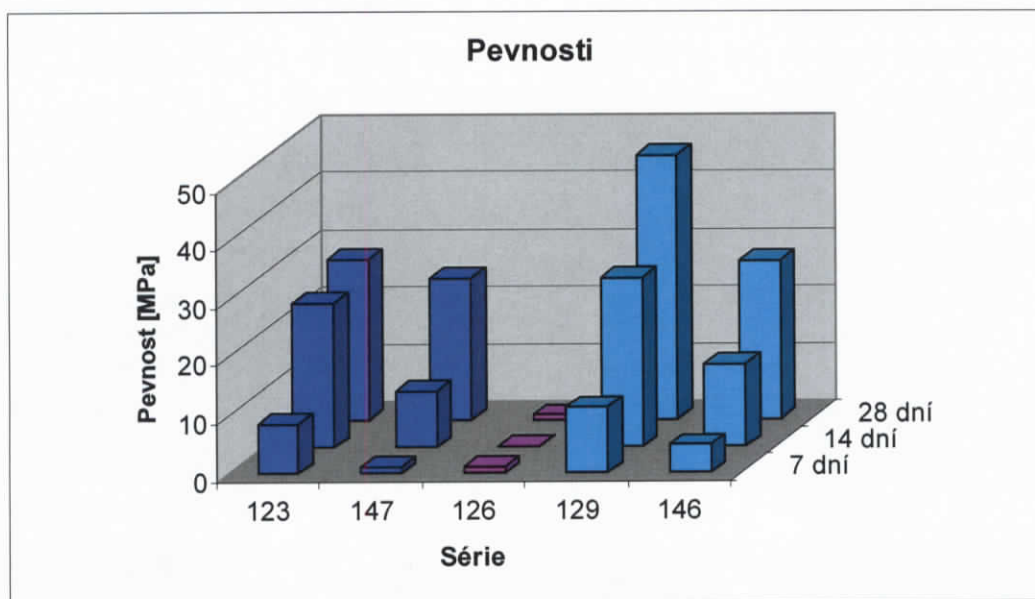
Vodní součinitele jsou na Obr. 6.



Obr. 6 Vodní součinitel pro netemperované série

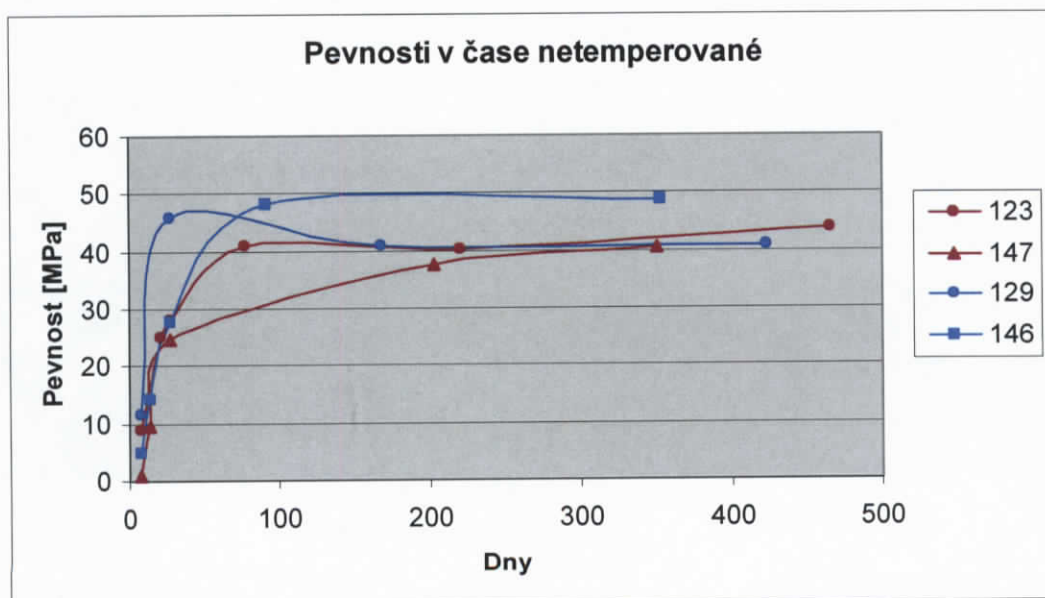
Pevnosti POPbetonu® byly opět zkoumány po 7, 14 a 28 dnech. Dále byly provedeny orientační měření pevností v čase. Všechny pevnosti vykázaly pozvolnější nárůst než tomu bylo u temperované varianty. Z hlediska srovnání s temperovanou variantou jsou výsledné pevnosti po 28 dnech o cca 10 MPa nižší. Vzorky zhotovené z fluidního popílku (série 126) měly velmi nedobrou soudržnost a měření pevností na nich bylo skoro nemožné. Vzorky navíc v otevřené atmosféře vykazovaly velké množství výkvětů. Fluidní popílek byl tedy ze zkoušek výroby POPbetonu® zcela vyloučen. Patrný je nárůst pevností zejména od sedmého do třicátého dne stáří těles. Jednoznačně rychlejší nástup tvrdnutí mají popílků černouhelné, které se prokazují jako výhodnější pro samotnou alkalickou aktivaci zejména v počáteční fázi tvrdnutí.

Výsledky z měření počátečních pevností jsou na Obr. 7.



Obr. 7 Pevnosti netemperovaných sérií

Zajímavé výsledky přineslo orientační pozorování dlouhodobých pevností těles vyrobených za studena. Nárůst pevností je v tomto případě výrazně pozvolnější a dá se konstatovat, že konečných pevností dosahuje POPbeton® cca. po devadesáti dnech. Výsledné pevnosti jsou ale pouze o 5 MPa nižší nežli jsou u vzorků temperovaných. Opět se potvrdil výrazně lepší náběh pevností u černouhelných popílků.



Obr. 8 Dlouhodobé pevnosti netemperovaných sérií

To může souviset s pomaleji probíhající geopolymerní reakcí, ale zrovna tak se změnou struktury v důsledku odpařování záměsové vody a snižující se pórovitostí tělesa v důsledku malé strukturální pevnosti celého tělesa v prvních dnech tvrdnutí.

Po získání dostatečné strukturální pevnosti (cca. 30 dní) již pravděpodobně dochází pouze k úbytku vody bez snižující se porozity a dále pravděpodobně dobíhá i geopolymerní reakce.

Dlouhodobé pevnosti jsou na Obr. 8. Potěšitelné je, že nedochází k degradaci pevnostních charakteristik a POPbeton[®], tak zatím prokazuje trvalou hodnotu.

4. Závěr

Aktivace popílku za studena stále ještě má své rezervy jak odhalil mikroskopický průzkum. Zároveň příliš dlouhý nárůst pevností tento druh materiálu zatím mírně znevýhodňuje v porovnání s klasickými betony. Ačkoli byly již vytvořeny první výrobky z POPbetonu[®] v podobě zámkové dlažby (Obr. 9) a tato byla již jako experimentální úsek položena na volném prostranství, je potřeba hledat další regulátory geopolymerní reakce, které dokážou celý proces převést do průmyslové výroby.



Obr. 9 Zámková dlažba

Bude dále potřeba ověřit možnost zpracování dalších odpadních materiálů jako např. metakaolin, vysokopeční struska, vápenec atd.

Dále bude potřeba vypracovat postup pro omezení množství vody, která se do kompozice dostává, v ideálním případě vypustit vodu z procesu alkalické aktivace úplně.

Důležitou otázkou zůstává uspořádání a mikrostruktura samotného aktivovaného popílku. Její objasnění se stane jednou z priorit dalšího výzkumu POPbetonu[®].

5. Literatura

- [1] Hardjito, D.- Regan, B. V. Development and Properties of Low-Calcium Fly-Ash Based Geopolymer Concrete., Research report GC1, Australia, Perth: Curtin University of Technology, 2005, 103 s.
- [2] SVOBOBA, P.- ŠULC, R.- DOLEŽAL, J.- ŠKVÁRA, F.- DVOŘÁČEK, K.- LUCUK, M. Beton bez cementu s názvem POPbeton, X. Konference – Ekologie a nové stavební hmoty a výrobky, Telč: VUSTAH, 2006, 121 s.

6. Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval VZ 04 CEZ MSM 6840770005 Udržitelná výstavba, díky kterému je možné problém využití odpadních materiálů jako je třeba elektrárenský úletový popílek dále rozvíjet.

Celý tento výzkum je realizován v rámci grantu GAČR 103/05/2314 „Mechanické a inženýrské vlastnosti geopolymerních materiálů na bázi alkalicky aktivovaných popílků“ a výzkumného záměru MŠM 6046137302 „Příprava a výzkum funkčních materiálů a materiálových technologií s využitím mikro a nanoskopických metod“.

Na řešení tohoto úkolu v jednotlivých dalších fázích spolupracují: Josef Doležal, Tomáš Strnad, Jaroslav Jeništa, Gabriela Tlapáková, Pavel Houser, František Škvára, Lenka Myšková

BODOVÉ KOTVY VNĚJŠÍCH PLÁŠŤŮ A OBKLADŮ A JEJICH VLIV NA ENERGETICKOU BILANCI BUDOVY

Zbyněk Svoboda

Abstract

The following paper is focused on the thermal effects of point (3D) thermal bridges formed by metal fixing lugs for ventilated façade facings. Various types of lugs are discussed together with their impact on the heat loss. A simple calculation procedure derived from detailed 3D analyses for the most common lugs (Spidi) is presented in the final part of the paper.

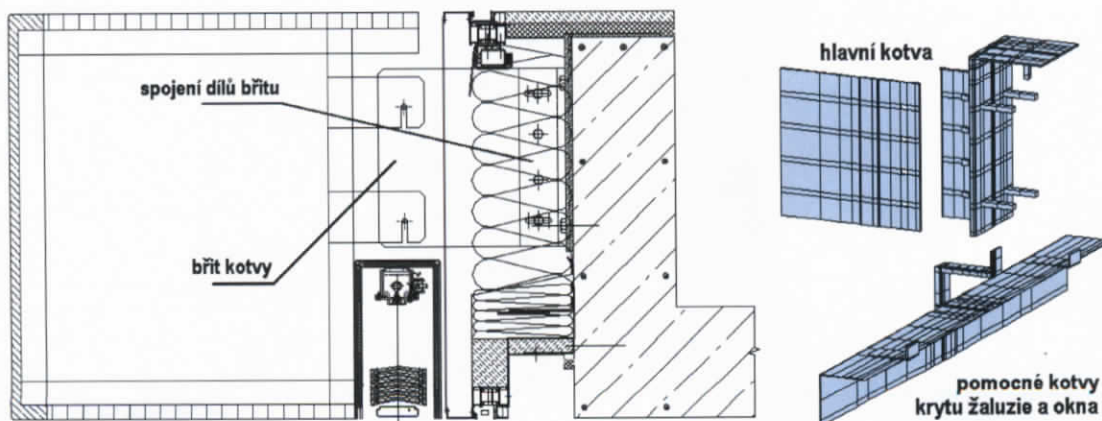
1. Úvodem

Tepelně technické hodnocení bodových kotev zavěšených vnějších plášťů se ve stavební praxi příliš často neprovádí. Příčin je sice více, ale hlavní z nich bude asi převažující názor, že vliv podobných bodových kotev není příliš významný a lze jej obecně buď zcela zanedbat, nebo zohlednit jen s pomocí různých orientačních přírážek (např. [1] uvádí orientační přírážku 5-15 % k tepelné vodivosti tepelné izolace, skrz kterou procházejí bodové kotvy vnějšího pláště – velikost přírážky přitom závisí na hmotnosti vnějšího pláště). Podobný orientační přístup však nemusí být vždy na straně bezpečnosti výpočtu a může vést i k závažnému nedocení nepříznivého vlivu bodových kotev.

2. Několik příkladů z praxe jako vstupní ilustrace

V poslední době se často objevují projekty administrativních budov s dvojitými fasádami či s těžkými vnějšími pláštěmi, které vyžadují poměrně masivní bodové kotvení. Pro ilustraci je možné uvést tři charakteristické příklady podobných konstrukcí a jejich vliv na tepelné ztráty prostupem obvodovou stěnou.

Obvodový plášť nedávno projektované významné administrativní budovy byl v částech parapetů řešen jako dvouplášťová konstrukce s velmi těžkým vnějším pláštěm kotveným do železobetonové stěny tl. 200 mm (Obr. 1).



Obr. 1 Schéma dvouplášťové konstrukce administrativní budovy

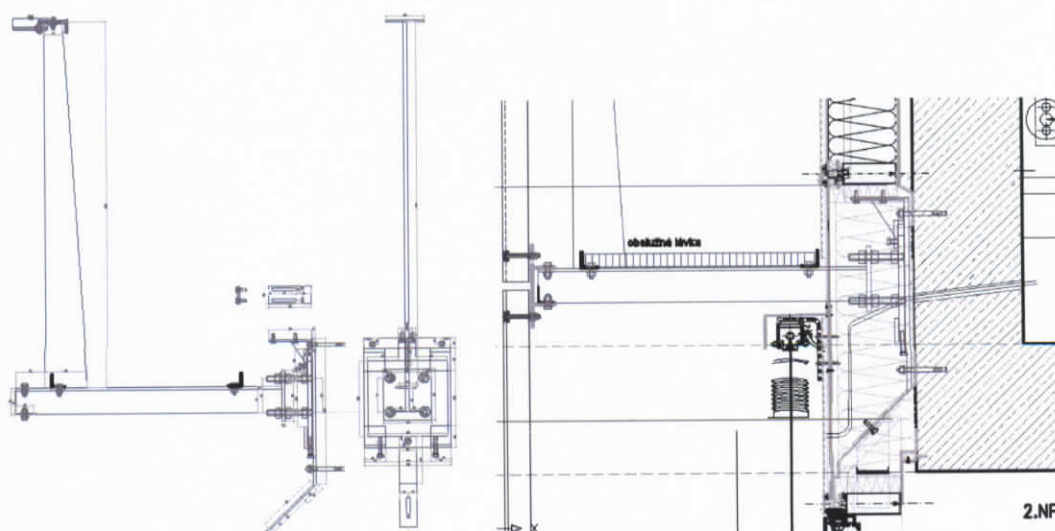
Zbyněk Svoboda, Doc. Dr. Ing.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí pozemních staveb
Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice
tel.: 224 355 402, e-mail: svobodaz@fsv.cvut.cz

Projekt obvodového pláště byl od samého začátku zpracováván dosti pečlivě. Projektant např. počítal s dosud nadstandardní tloušťkou tepelné izolace z minerálních vláken 200 mm. Samotné kotvy byly vyprojektovány jako ocelové dvoudílné s tepelně izolační vložkou typu Foamalux mezi oběma díly břitu tl. 8 mm. Rozteč kotev byla 1,35 m. Vzhledem k vyšší tloušťce navržené tepelné izolace se předpokládalo bezproblémové splnění normových požadavků na součinitel prostupu tepla. Daleko větší obavy na začátku panovaly z nepříznivého vlivu kotvy na vnitřní povrchovou teplotu, což se ovšem nijak nepotvrdilo – detail s takto vyprojektovanou kotvou bez problémů splnil příslušné požadavky ČSN 730540-2. Jako velmi nepříjemné překvapení proto zapůsobily výsledky 3D výpočtu součinitele prostupu tepla. Výsledná hodnota součinitele prostupu tepla pro navrženou konstrukci totiž dosáhla značných $0,62 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, což bylo o plných 63 % více, než připouští ČSN 730540-2.

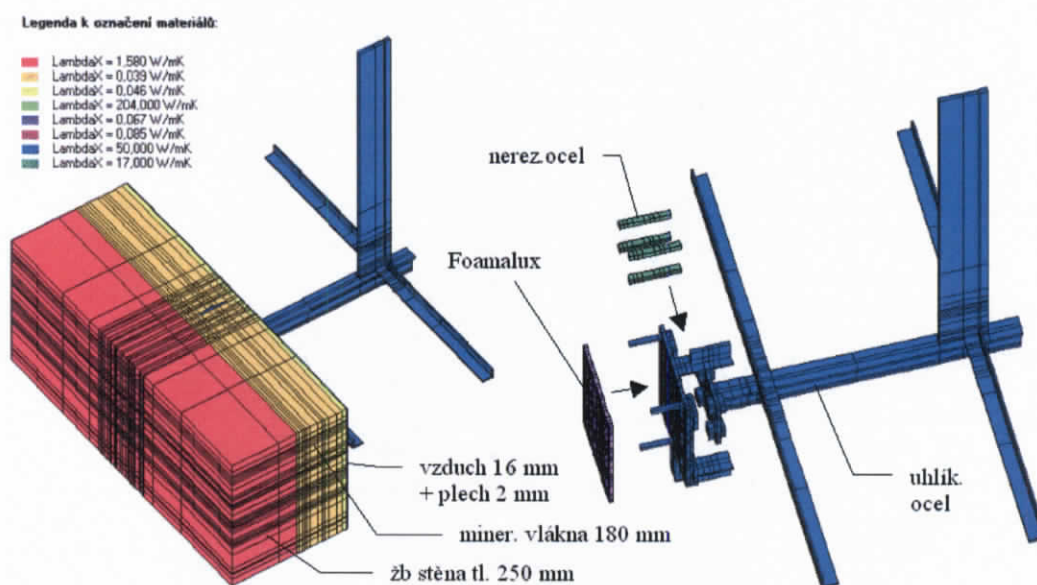
Kotva byla následně v několika krocích upravována a optimalizována jak staticky, tak tepelně technicky. Výsledná vyhovující varianta kotvy byla změněna především ve vnější části břitu, která byla nakonec navržena z korozi-vzdorné oceli o tl. 5 mm, zatímco vnitřní část kotvy zůstala bez zásadních změn. Současně ale bylo nutné přidat ještě 30 mm tepelné izolace a pečlivěji obalit tepelnou izolací rámy navazujících oken. Po těchto úpravách bylo dosaženo součinitele prostupu tepla $U=0,34 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, což již byla hodnota nižší než požadovaných $U_N=0,38 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Z uvedených konkrétních výsledků vyplývá, že kotvy způsobily zhoršení součinitele prostupu tepla z ideální hodnoty $0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ na hodnotu téměř 3x vyšší ve variantě s původní kotvou. Vliv upravených kotev je sice menší, ale ne o mnoho – zhoršení součinitele prostupu tepla je dvojnásobné. Uvedené výsledky vyznívají bezpochyby dosti hrozně. Je nutné ovšem korektně dodat, že se na nich podepsal i nepříznivý vliv oslabení tloušťky tepelné izolace v místě vybrání pro vnitřní žaluzie u nadpraží okna a vliv dalších pomocných kotev (Obr. 1). Pokud by byly diskutované masivní kotvy osazeny v plošně homogenní stěně, činil by součinitel prostupu tepla v původní variantě $0,42 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a v upravené variantě $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Zhoršení oproti ideálnímu stavu bez tepelných mostů by tedy bylo „jen“ maximálně dvojnásobné. Z uvedených výsledků je zřejmé, že v tomto konkrétním případě by orientační přírážka k tepelné vodivosti minerálních vláken, která by byla nižší než 120-200%, způsobila značnou chybu.



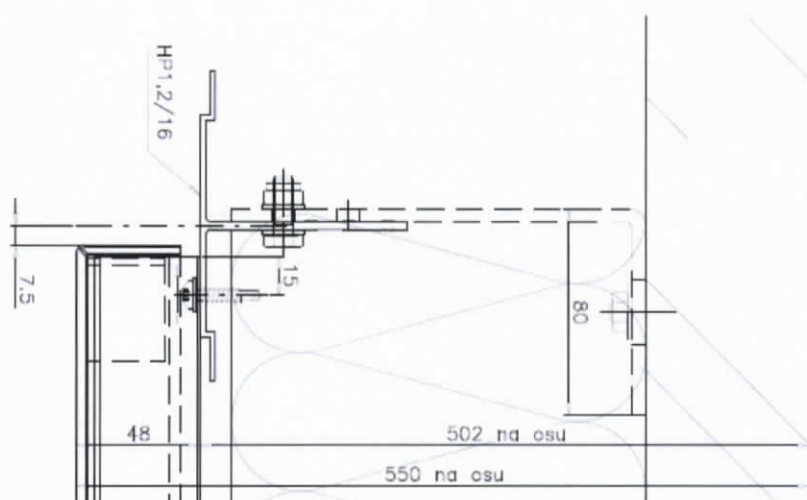
Obr. 2 Schéma kotvy dvojitě fasády

V praxi je ovšem možné setkat se i s tvarově výrazně složitějšími kotvami – např. pro osazení vnějšího pláště u dvojítych fasád (Obr. 2), u nichž je složitou úlohou už jen vytvoření samotného 3D modelu kotvy (Obr. 3). Uvedené kotvy byly osazeny na železobetonovém parapetu tl. 250 mm a procházely tepelnou izolací z minerálních vláken tl. 180 mm v rozteči 1,22 m od sebe. Tloušťka tepelné izolace byla tedy nižší než v předchozím případě, takže by bylo možné očekávat podobně výrazné problémy se splněním normových požadavků. Projektant naštěstí v tomto případě postupoval dosti invenčně: kotvy sice vyprojektoval z běžné uhlíkové oceli, ale rozdělil je vždy na dvě části, které byly spojeny jen čtyřmi nerezovými šrouby. Kotvy navíc podložil izolačními podložkami Foamalux tl. 10 mm. Tepelný tok takto promyšlenou kotvou byl podobnými úpravami omezen natolik, že pro splnění normového požadavku na součinitel prostupu tepla postačovalo přidat 20 mm tepelné izolace bez dalších úprav kotvy. Tento poměrně pozitivní výsledek ovšem přesto reálně znamená, že i podobná sofistikovaná kotva zhorší součinitel prostupu tepla stěny o značných 210 %.

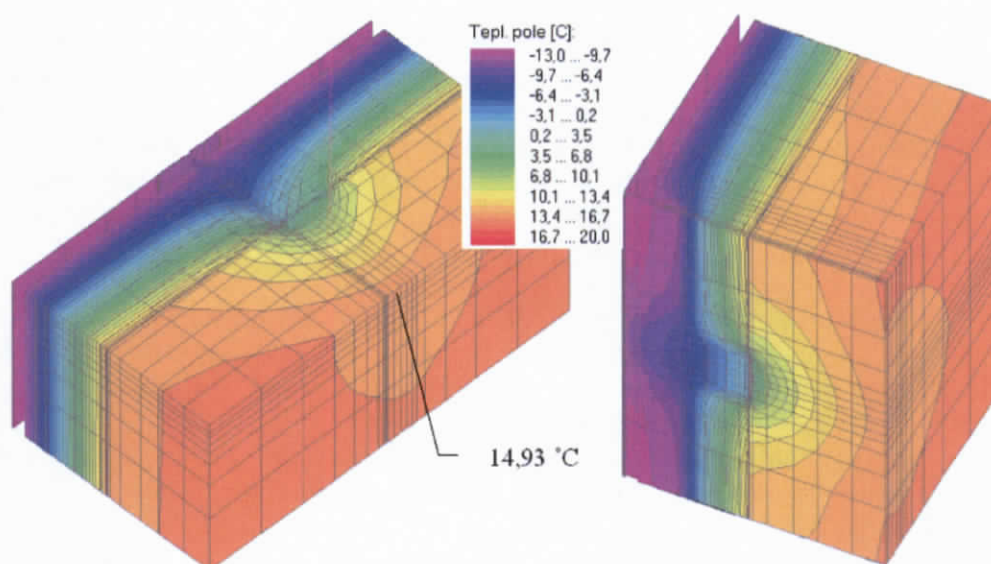


Obr. 3 Trojrozměrný model kotvy zadaný do výpočtu

Podívejme se ještě na to, jakým způsobem se na výsledných izolačních vlastnostech stěny „podepíše“ kotva subtilnějšího typu (Obr. 4). V tomto případě se jednalo o kotvu pro upevnění kovového provětrávaného obkladu vnější stěny administrativní budovy. Jednotlivé hliníkové kotvy o tl. 4 mm byly umístěny v tepelné izolaci z minerálních vláken tl. 160 mm v roztečích 1,35 m. Variantně byly hodnoceny jednak kotvy upevněné přímo na železobetonové stěně tl. 200 mm a jednak kotvy s tepelně izolační podložkou Thermostop tl. 4 mm. Součinitel prostupu tepla konstrukce bez vlivu kotev by byl nízkých $0,22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ – vlivem kotev ovšem vystoupal na výslednou hodnotu $0,42 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ pro variantu bez izolačních podložek, resp. na $0,36 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ pro variantu s izolačními podložkami pod kotvami. Je tedy zřejmé, že i v případě podobných relativně drobných kotev lze očekávat nejen deformace teplotních polí (Obr. 5), ale i zvýšení součinitele prostupu tepla stěnové konstrukce o desítky % (přesně jde o 63 % pro kotvy s podložkami a o 91 % pro kotvy bez podložek).



Obr. 4 Kotva kovového obkladu administrativní budovy (pohled shora)



Obr. 5 Teplotní pole v okolí kotvy kovového obkladu – stav bez izolační podložky

Pokusíme-li se prezentované příklady pracovním generalizovat, dojdeme k závěru, že kovové kotvy zavěšených vnějších provětrávaných plášťů a obkladů mohou způsobit zvýšení součinitelů prostupu tepla příslušných obvodových stěn o desítky až stovky procent. Jejich vliv je tedy velmi citelný a je třeba s ním v tepelně technických analýzách počítat, a to alespoň přibližně (nicméně s dostatečnou mírou věrohodnosti).

3. Základní teorie k analýze bodových tepelných mostů

Vliv bodových tepelných mostů na prostup tepla konstrukcí se standardně vyjadřuje s pomocí bodových činitelů prostupu tepla χ , které lze stanovit výpočtem ze vztahu

$$\chi = L^{3D} - \sum A \cdot U - \sum l \cdot \psi, \quad (1)$$

kde L^{3D} je tepelná propustnost hodnoceným detailem stanovená řešením 3D teplotního pole [W/K], A je plocha dílčí konstrukce tvořící detail [m²], U je součinitel prostupu tepla dílčí konstrukce [W/(m²·K)], l je délka dílčího lineárního tepelného mostu vyskytujícího se v detailu [m] a ψ je lineární činitel prostupu tepla dílčího tepelného mostu [W/(m·K)].

Jsou-li známy hodnoty bodových činitelů prostupu tepla, lze s jejich pomocí stanovit součinitel prostupu tepla konstrukce jako

$$U = U_0 + \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^n \chi_i, \quad (2)$$

kde U_0 je součinitel prostupu tepla konstrukce bez vlivu bodových mostů [W/(m²·K)], A je celková pohledová plocha charakteristického výseku konstrukce [m²] a n je počet bodových mostů v charakteristickém výseku konstrukce.

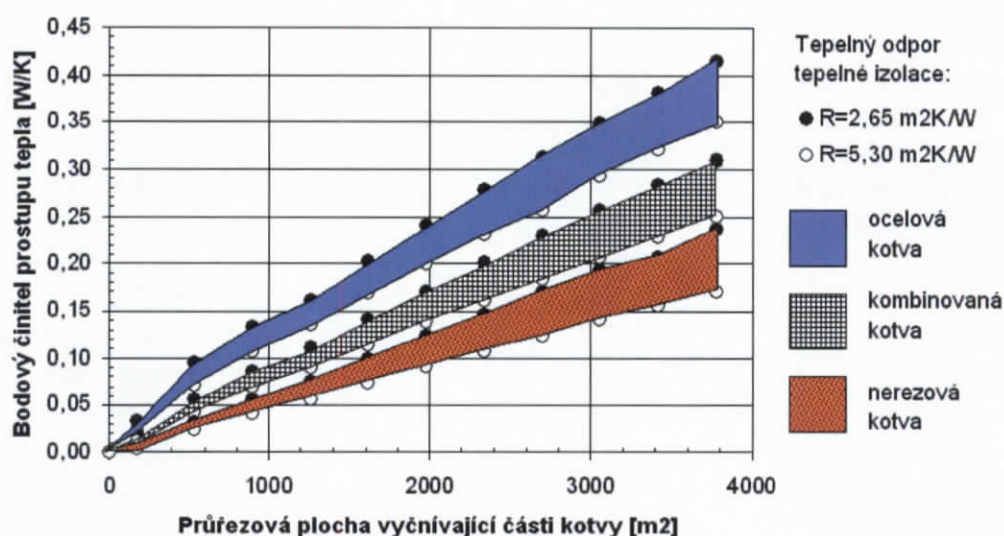
4. Orientační určení vlivu masivních bodových kotev

V počátečních stádiích projektu je často nutné alespoň orientačně odhadnout vliv různých faktorů, a to pokud možno v závislosti jen na několika základních veličinách. Bližší podrobnosti pro přesnější analýzy totiž nejsou často zatím k dispozici. Velikost vlivu masivních kotev patří přesně do této kategorie. Zanedbat tepelné efekty kotev v žádném případě nelze, a přitom nemusí být v určitém období projektu tvar kotev ještě zcela „usazen“. V této situaci lze s výhodou použít orientační hodnoty bodových činitelů prostupu tepla masivních bodových kovových kotev, které pro různé kombinace tloušťky tepelné izolace, materiálu kotvy a její velikosti ukazuje Obr. 6. Rozmezí ve tvaru stuhly ukazuje pro každý materiálový typ kotvy rozsah hodnot pro tloušťku tepelné izolace od 120 mm do 240 mm (uvažována tepelná vodivost 0,045 W/(m·K)).

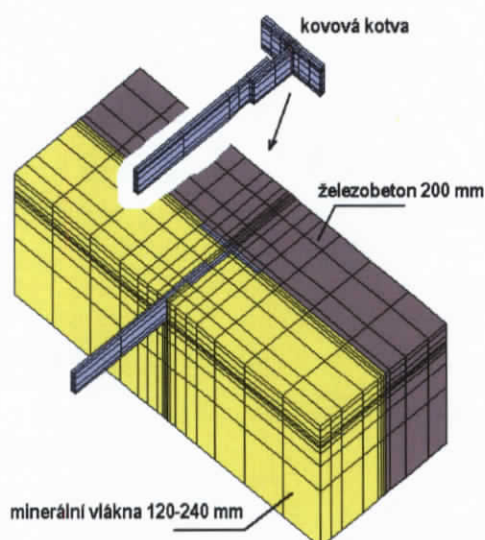
Schéma kotvy uvažované při výpočtu prezentovaných hodnot je uvedeno na Obr. 7. Přesah kotvy přes tepelnou izolaci byl uvažován 300 mm. Jde o hodnotu, která nebývá v praxi často překračována. Případné další zvětšování přesahu by se projevilo zhoršením výsledků v řádu jednotek procent (např. zvýšení přesahu ocelové kotvy na 500 mm přinese zvětšení příslušných bodových činitelů prostupu tepla o 2,5 %). Všechny hodnoty na Obr. 6 platí pro kotvu bez tepelně izolační vložky mezi oběma díly bříty. Pokud by byla použita tepelně izolační vložka tloušťky cca 5 mm (např. Foamalux s tepelnou vodivostí 0,085 W/(m·K)), snížily by se bodové činitele prostupu tepla o zhruba 10 až 30% v závislosti materiálu kotvy. Největší efekt by přitom měla izolační vložka u ocelových kotev, nejmenší u nerezových.

Za upozornění stojí, že i nejméně příznivá uvažovaná varianta kotvy splňuje s dosti velkou rezervou požadavek ČSN 730540-2 na bodový činitel prostupu tepla ($\chi \leq \chi_N = 0,9$ W/K).

Zajímavé je samozřejmě srovnání orientačních hodnot pro obecnou kotvu s hodnotami stanovenými pro kotvu konkrétní. Kotva administrativní budovy (Obr. 1) měla původní průřezovou plochu bříty vyčnívajícího z tepelné izolace 2800 mm², byla plně ocelová s děleným břitem a izolační vložkou a byla umístěna v tepelné izolaci s odporem 4,4 m²·K/W. Z grafu na Obr. 6 pro tyto podmínky vychází hodnota $\chi = 0,29$ W/K, která ovšem platí pro kotvu bez vložky. Vliv vložky lze zohlednit orientační 30% redukcí, čímž lze získat výslednou hodnotu $\chi = 0,20$ W/K. Z podrobného výpočtu reálné kotvy umístěné do fiktivní polohy ve středu stěny vychází hodnota $\chi = 0,19$ W/K. Shoda je tedy velmi dobrá.



Obr. 6 Bodový činitel prostupu tepla v závislosti na velikosti a materiálu kotvy



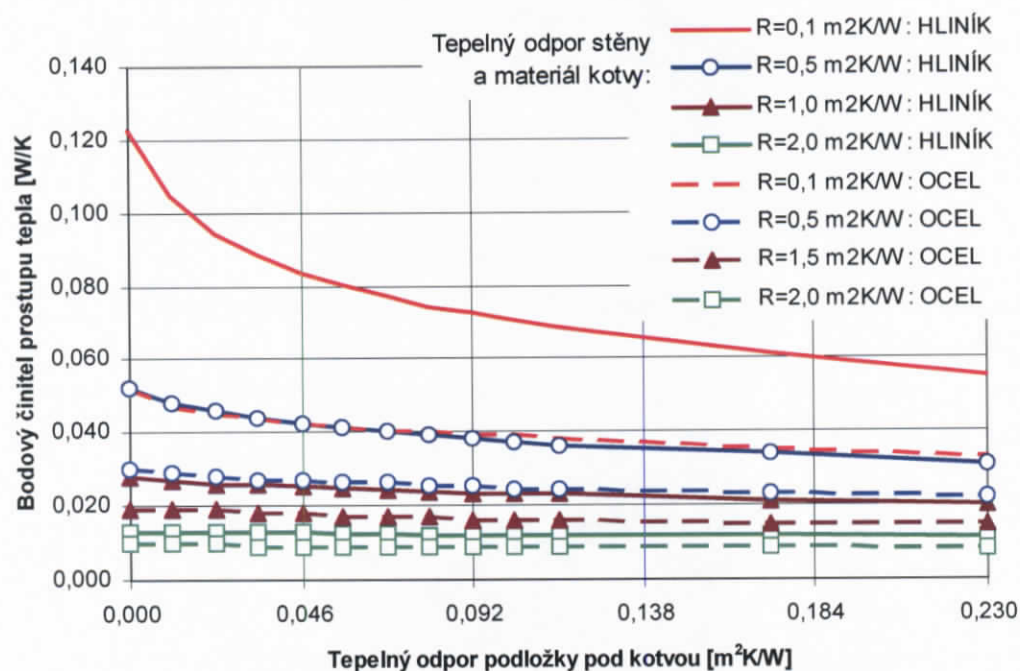
Obr. 7 Schéma kotvy a stěnové konstrukce uvažované v analýze

Nomogram na Obr. 6 lze tedy bezpečně použít pro orientační hodnocení vlivu kotev tvarově podobných typu na Obr. 7, jsou-li umístěny ve středu plošné konstrukce. Pokud by byly umístěny při okrajích parapetů, u nároží, u atik apod., bylo by nutné počítat se zvýšením bodového činitele prostupu tepla řádově o desítky procent.

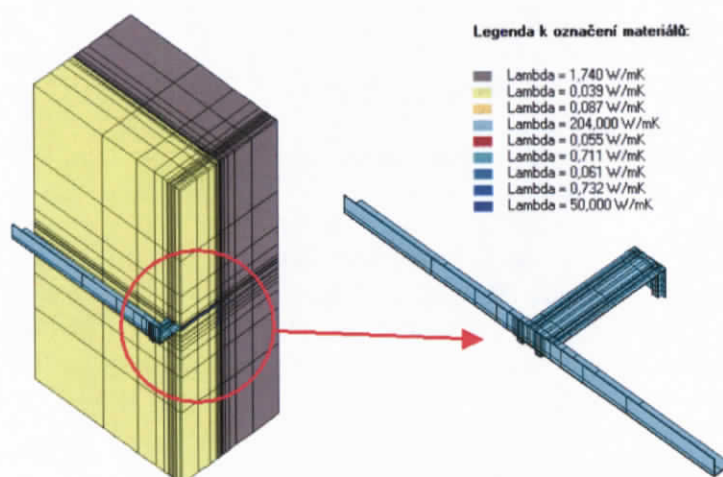
5. Orientační určení vlivu subtilních bodových kotev

Drobnějším kovovým kotvám je třeba věnovat stejnou pozornost jako kotvám masivním. Podívejme se na výsledky modelového výpočtu bodového činitele prostupu tepla známé kotvy Spidi Max (Obr. 8). Z výsledků citlivostní analýzy je zřejmé, že bodový činitel prostupu tepla diskutované kotvy je závislý na materiálu kotvy, tloušťce tepelné izolace, izolační podložce pod kotvou a na materiálu nosné stěny. Graf platí pro hliníkovou i ocelovou kotvu a pro tloušťku tepelné izolace 140 mm – obdobné

závislosti lze ovšem získat i pro tepelné izolace o jiných tloušťkách (v analýze byly hodnoceny tloušťky od 80 do 260 mm). Ve všech případech byla uvažována styčná plocha kotvy se stěnou o rozměru 90 x 80 mm a kotva o tloušťce stěny 2 mm (Obr. 9). Tepelné vodivosti jednotlivých materiálů byly uvažovány podle ČSN 730540-3. Snížené proudění vnějšího vzduchu ve větrané vzduchové vrstvě pod obkladem bylo zohledněno tepelným odporem při přestupu tepla $0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, tedy stejným jako na vnitřní straně.



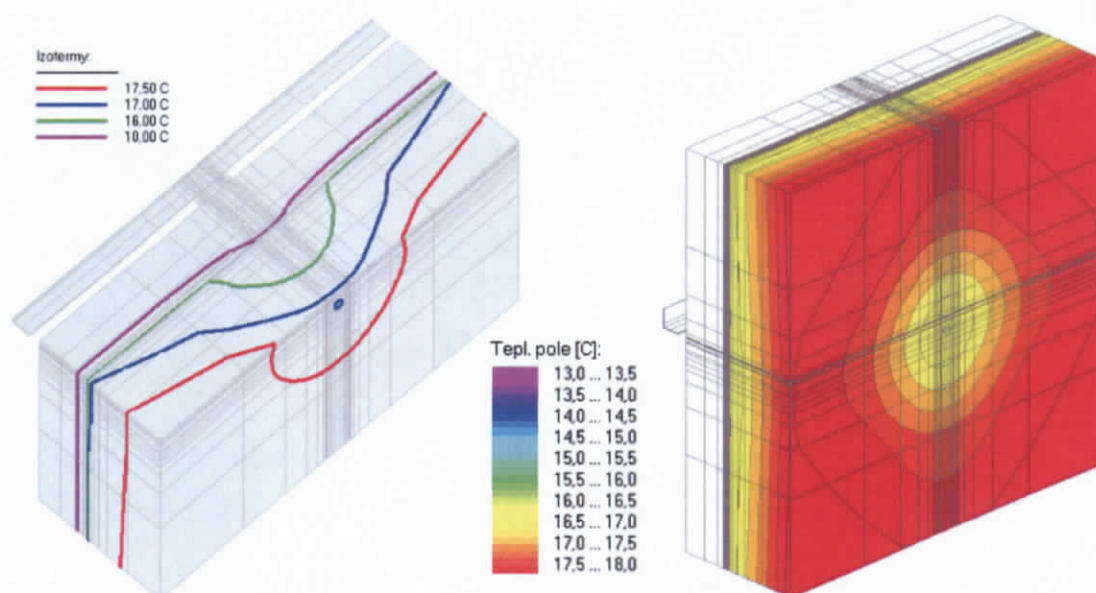
Obr. 8 Bodový činitel prostupu tepla kotvy pro tloušťku tepelné izolace 140 mm



Obr. 9 Model charakteristického výseku s kotvou a částí nosného roštu

Z výsledků je patrná zvláště výrazná závislost bodového činitele prostupu tepla na tepelném odporu stěny. Izolační podložka pod kotvou se projevuje významněji

především u stěn s nízkým tepelným odporem (např. u časté žb stěny tl. 200 mm), u nichž je obzvláště výrazná i deformace teplotního pole (Obr. 10).



Obr. 10 Izotermy v řezu hliníkovou kotvou a teplotní pole na vnitřním povrchu (podložka tl. 2 mm, tepelná izolace tl. 140 mm, žb stěna tl. 200 mm)

Zjednodušená výpočetní metodika pro kotvy typu Spidi, která bude prezentovaná dále, vychází ze závislostí, které byly zjištěny během rozsáhlé citlivostní analýzy problému. Jedním z východisek pro další odvozování byl charakter závislosti bodového činitele prostupu tepla na tepelném odporu stěny, který je obdobný pro různé tepelné odpory podložky pod kotvou. Tuto závislost lze vyjádřit logaritmickou funkcí ve tvaru:

$$y = -A \cdot \ln(x) + B \quad (3)$$

v níž koeficienty A a B závisí na tepelném odporu podložky pod kotvou. Tuto závislost lze aproximovat polynommickou funkcí 4. až 6. stupně, takže lze získat vztahy:

a) pro hliníkovou kotvu:

$$A = 166,76 \cdot R_p^6 - 254,7 \cdot R_p^5 + 149,71 \cdot R_p^4 - 42,82 \cdot R_p^3 + 6,2782 \cdot R_p^2 - 0,4917 \cdot R_p + 0,0366$$

$$B = 1,0509 \cdot R_p^4 - 1,2329 \cdot R_p^3 + 0,5347 \cdot R_p^2 - 0,1167 \cdot R_p + 0,0316$$

b) pro ocelovou kotvu:

$$A = 59,487 \cdot R_p^6 - 87,015 \cdot R_p^5 + 48,155 \cdot R_p^4 - 12,665 \cdot R_p^3 + 1,6627 \cdot R_p^2 - 0,1179 \cdot R_p + 0,0138$$

$$B = 0,2807 \cdot R_p^4 - 0,3781 \cdot R_p^3 + 0,1938 \cdot R_p^2 - 0,0484 \cdot R_p + 0,0196,$$

kde R_p je tepelný odpor podložky v $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Výše uvedené rovnice byly odvozeny pro tloušťku tepelné izolace 140 mm, a proto je třeba ve výsledném vztahu pro bodový činitel prostupu tepla ještě zohlednit vliv odlišné tloušťky tepelné izolační vrstvy. Pro hliníkové kotvy lze použít vztah:

$$\chi = -A \cdot \ln(R_w) + B + \Delta B + \Delta \chi_1 + \Delta \chi_2 \quad (6)$$

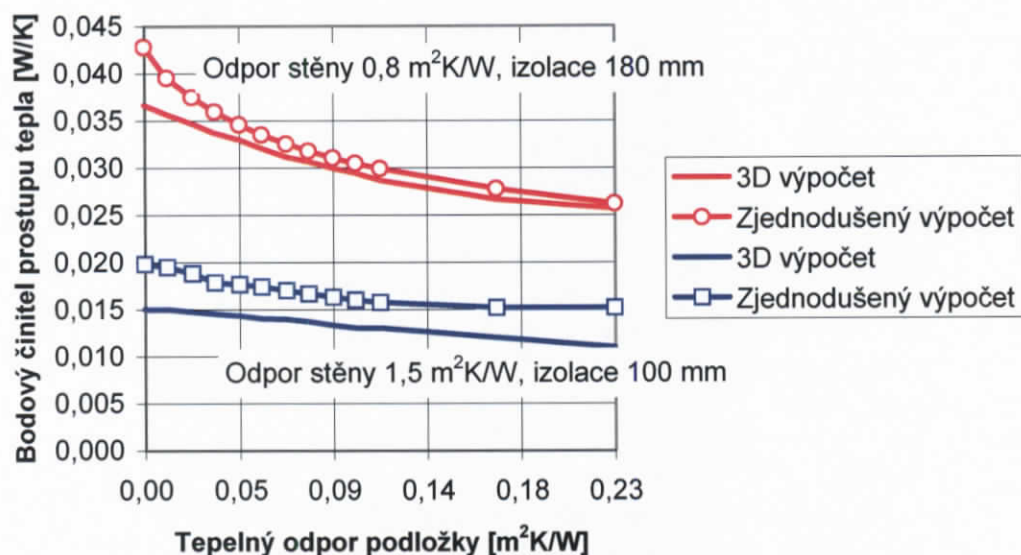
přičemž koeficienty A a B se uvažují podle vztahu (4), R_w je tepelný odpor stěny v $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, ΔB je korekce pro tenčí podložky ($\Delta B = 0,003 \text{ W/K}$ pro R_p do $0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; $\Delta B = 0,002 \text{ W/K}$ pro R_p od $0,01$ do $0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; $\Delta B = 0,001 \text{ W/K}$ pro R_p od $0,02$ do

0,03 m².K/W; $\Delta B=0$ W/K pro R_p nad 0,03 m².K/W), $\Delta\chi_1$ je korekce na tloušťku tepelné izolace ($\Delta\chi_1=0,005$ W/K pro tl. izolace nad 140 mm, je-li tepelný odpor stěny vyšší než 0,5 m².K/W a pro tl. izolace pod 140 mm, je-li tepelný odpor stěny nižší než 0,5 m².K/W; jinak $\Delta\chi_1=0$ W/K) a $\Delta\chi_2$ je bezpečnostní přírážka (doporučeno 0,002 až 0,005 W/K). Pro **ocelové kotvy** lze použít vztah:

$$\chi = -A \cdot \ln(R_w) + B + \Delta\chi_1 + \Delta\chi_2 \quad (7)$$

v němž se koeficienty A a B uvažují podle vztahu (5), $\Delta\chi_1$ je korekce na tloušťku tepelné izolace ($\Delta\chi_1=0,005$ W/K pro tl. izolace nad 140 mm, je-li tepelný odpor stěny vyšší než 0,7 m².K/W a pro tl. izolace pod 140 mm, je-li tepelný odpor stěny nižší než 0,7 m².K/W; jinak $\Delta\chi_1=0$ W/K) a $\Delta\chi_2$ je bezpečnostní přírážka (viz výše).

Podívejme se ještě závěrem na srovnání výsledků přibližného a přesného 3D výpočtu, a to pro kombinace, které nebyly pro vytvoření zjednodušené metodiky použity. Na Obr. 11 je vidět srovnání obou postupů pro dvě různé stěny a tloušťky tepelné izolace. Z výsledků je patrné, že zjednodušená metodika poskytuje pro uvažované případy výsledky s dostatečnou bezpečnostní rezervou, a to i bez zahrnutí bezpečnostní přírážky $\Delta\chi_2$.



Obr. 11 Porovnání výsledků přesného a zjednodušeného výpočtu pro Al kotvu

Nově vytvořenou zjednodušenou metodiku výpočtu tepelných efektů bodových kovových kotev lze použít jak při ručním výpočtu, tak především při tvorbě různých programů.

Zbývá uvést omezení zjednodušené metodiky pro kotvy typu Spidi. Použít ji lze pro tepelný odpor nosné stěny od 0,1 do 2,0 m².K/W, pro tepelný odpor podložky pod kotvou od 0 do 0,4 m².K/W a pro tloušťku tepelné izolace od 80 do 260 mm. Kotva přitom může být buď hliníková, nebo ocelová – tloušťku může mít maximálně 2 mm a styčná plocha kotvy a stěny nesmí překročit 90 x 80 mm.

6. Závěr

Masivní i subtilní bodové kovové kotvy vnějších plášťů a obkladů dvouplášťových stěn tvoří výrazné tepelné mosty, s jejichž vlivem je vždy nutné počítat. Při prvních koncepčních úvahách lze použít orientační hodnoty bodových činitelů prostupu tepla podle Obr. 6 pro masivní kotvy, případně podle vztahů (6) a (7) pro drobné kotvy. Jakmile jsou ale kotvy detailněji navrženy, je vždy lepší provést podrobnou 3D analýzu vlivu kotev – a to především, pokud se jedná o kotvy větších průřezů a celkových rozměrů. Nejde sice o triviální a rychlé výpočty, ale pozornost věnovaná tomuto problému se v každém případě vyplatí. Optimalizací masivních kovových kotev lze často zredukovat jejich vliv až o 50 %.

Literatura:

1. Šála, J.: Zateplování budov v praxi, Grada Praha 2004.
2. Svoboda, Z.: Tepelně technická posouzení kotev různých obvodových plášťů budov, Kladno 2005-2007.
3. Svoboda, Z.: Program Cube3D 2007, Svoboda Software, Kladno 1996-2007.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ DOMY V ČR

Jan Tywoniak

Abstract

The paper comments the development of low-energy and passive buildings in the Czech Republic. The general problems of the climatic data used in the design process are discussed. The structure of unified procedure for passive house declaration is presented here. Concluding remarks bring a short summary of current barriers of wider use of passive house strategies and a list of actions and methods how to speed up this promising development.

1. Úvodem

Zájem veřejnosti o energeticky optimalizovaná řešení domů viditelně roste. I tak je jasné, že tento jen postupně a s obtížemi vznikající segment trhu potřebuje určitou podporu, dlouhodobé objasňování pojmů i stanovení požadavků na kvalitu. Riziko módnosti bez skutečného dosahování potřebných vlastností je značné, zejména pokud by se začaly realizovat programy finanční podpory nízkoenergetické a pasivní výstavby [1]. Z upřesněné metodiky hodnocení pasivních domů budou profitovat jak profesní komory (ČKA, ČKAIT), zájmová sdružení a odborné organizace, tak veřejná správa, zodpovědné realizační firmy i jednotliví investoři.

K dispozici začíná být dostatek příkladů dobré praxe - zejména zahraničních - přístupných na internetu nebo při skutečné návštěvě, a to i v blízkosti českých hranic (např. [2]). Česká řešení mohou s výhodou navazovat na postupy v zahraničí již osvědčené, dále je rozvíjet a možná přinášet i některá nová řešení. Slabým místem je prozatím nedostatek kvalifikovaných projektantů a realizačních firem, i minimální zájem developerů.

2. Klimatické podmínky

Snaha o další geografické rozšíření výstavby pasivních domů mimo dosud dominantní oblast německy mluvících zemí vyvolává i nutnost určitých změn přístupu k jejich řešení, zejména s ohledem na místní klimatické podmínky. Z našeho pohledu můžeme konstatovat dvě základní skutečnosti:

- a. Tam, kde jsou tvrdší zimní podmínky, je zpravidla nabídka slunečního záření i v otopném období (výrazně) vyšší než v ČR.
- b. Tam, kde je nabídka slunečního záření nižší než v ČR, nejsou zimní teploty tak nízké, jako v ČR (např. severní Německo).

Při pohledu na mapu ročního množství energie globálního slunečního záření je jasné patrné, že maxima v ČR (jižní Morava) odpovídají minimálním hodnotám v sousedním Rakousku. Do značné míry se ve výpočtových hodnoceních projevuje i původ a způsob zpracování klimatických dat. Obr. 1 porovnává údaje ve vybraných lokalitách, s využitím odlišných metod jejich zpracování.

Klima v ČR je i přesto pro pasivní domy vhodné. Zima není tak extrémní jako v severních částech Evropy a také, což je problém ještě výraznější, nemusíme u dobře stavebně řešených obytných budov řešit (zatím) aktivní chlazení, narozdíl od jižních částí Evropy.

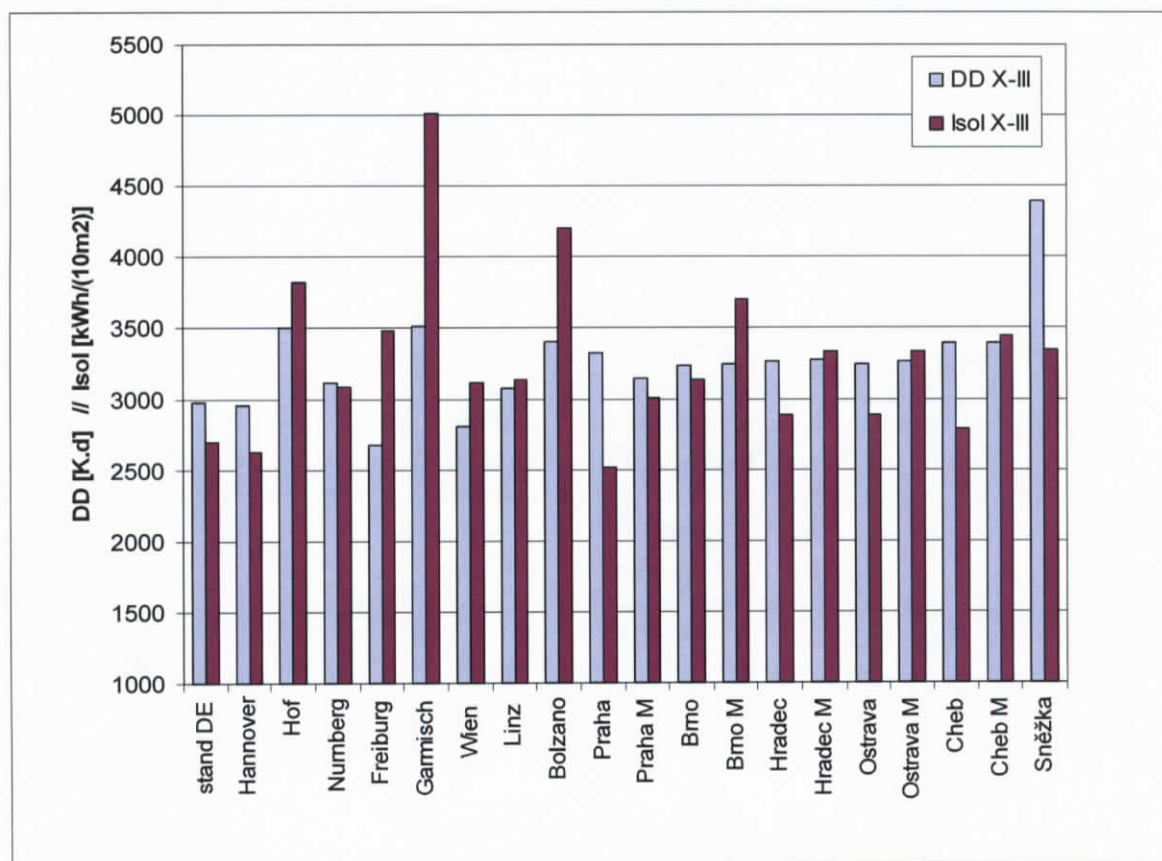
Jan Tywoniak, Prof., Ing., CSc.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra pozemních staveb

Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

tel.: 224 354 574, e-mail: tywoniak@fsv.cvut.cz

Relevantnost datových souborů zpracovaných klimatologi můžeme ovšem i napadnout jako něco, co není výstižné. Vždyť výpočet potřeby tepla s takovými daty jen extrapoluje minulou, až třicetiletou zkušenost směrem do budoucnosti. Ať již bude krátkodobý i dlouhodobý vývoj klimatu v našem regionu jakýkoliv, principy, ze kterých vychází řešení pasivních domů, budou vždy výhodnější.



Obr. 1 Porovnání klimatických dat pro vybrané české a zahraniční lokality. Levý sloupec zobrazuje počet denostupňů v období říjen až březen, pravý sloupec odpovídá nabídce slunečního záření dopadajícího na 10 m² jižní fasády. Údaje pro zahraniční lokality jsou převzaty ze software PHPP, pro české lokality z ČSN 73 0540-3. Hodnoty s označením M jsou zpracovány softwarem METEONORM.

3. Koncepce jednotné metodiky

3.1. Celkový přístup

S nárůstem počtu nízkonergetických a pasivních domů v ČR se ukazuje jako nezbytné zpřesnit výpočtové hodnocení této skupiny budov a doplnit klasifikační postupy. Přípravovaná metodika musí stanovit jednoznačný postup hodnocení, zaměřený na celkovou kvalitu řešení budovy, s důrazem na stavebně-energetické vlastnosti při zajištění požadavků na kvalitní vnitřní prostředí. Musí také v nejvyšší možné míře eliminovat možnosti odlišného výkladu některých výpočetních postupů obsažených v technických normách, zejména zpřesněním vstupních podmínek výpočtů, které mohou vést k odlišným výsledkům hodnocení, omezením spekulativnosti při výpočtech i prezentování výsledků. Výpočet přitom nemá být nepřiměřeně časově náročný. Výsledné vlastnosti budovy budou hodnoceny ve více parametrech současně, jako souboru kritérií.

Metodika by také měla vést k překonávání mediálně sice přitažlivých ale současně zjednodušujících představ, že dosažení měrné potřeby tepla na vytápění nejvýše $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ je jediným cílem. Klasifikační metoda pravděpodobně nastaví v určitém intervalu plynulé hranice. Zabývá se ze společenského hlediska i významnějším kritériem, jakým je množství primární energie pocházející z neobnovitelných zdrojů. Nesnaží se tvrdě vydělit kategorii pasivních domů ze širší rodiny energeticky zodpovědných řešení. Zvolené výsledné vyjádření musí být dobře zapamatovatelné.

S důrazem na možnost porovnání kvality řešení se záměrně neposuzuje úplně konkrétní situace v místě stavby, výpočet se provádí za referenčních podmínek. I způsob užívání budovy je standardizován a nemusí vždy odpovídat skutečnosti. Pokud by byl v nějakém případě požadován výpočet „co nejbližší skutečnosti“, pak je nejen potřebné použít klimatická data z místa stavby (zpravidla obtížně dosažitelné), ale také podrobný simulační výpočet s jemným časovým krokem, podrobné informace o způsobu užívání budovy a další místní informace. Tedy výpočet, který bude zapotřebí jen ve skutečně zvláštních případech (experimentální ověřování).

Připravený postup hodnocení a klasifikační schéma vycházejí ze společných evropských norem pro tepelně-technické výpočty a jsou pochopitelně inspirovány zahraničními postupy, zejména metodikou Passivhaus Institutu v Darmstadtu (PHPP), modelem MINERGIE-P®. Odborník znalý těchto modelů byl měl být schopen s daty užitými v národní metodice provést přepočty na jiná hodnocení, např. pro účely porovnání, pro zahraničního klienta.

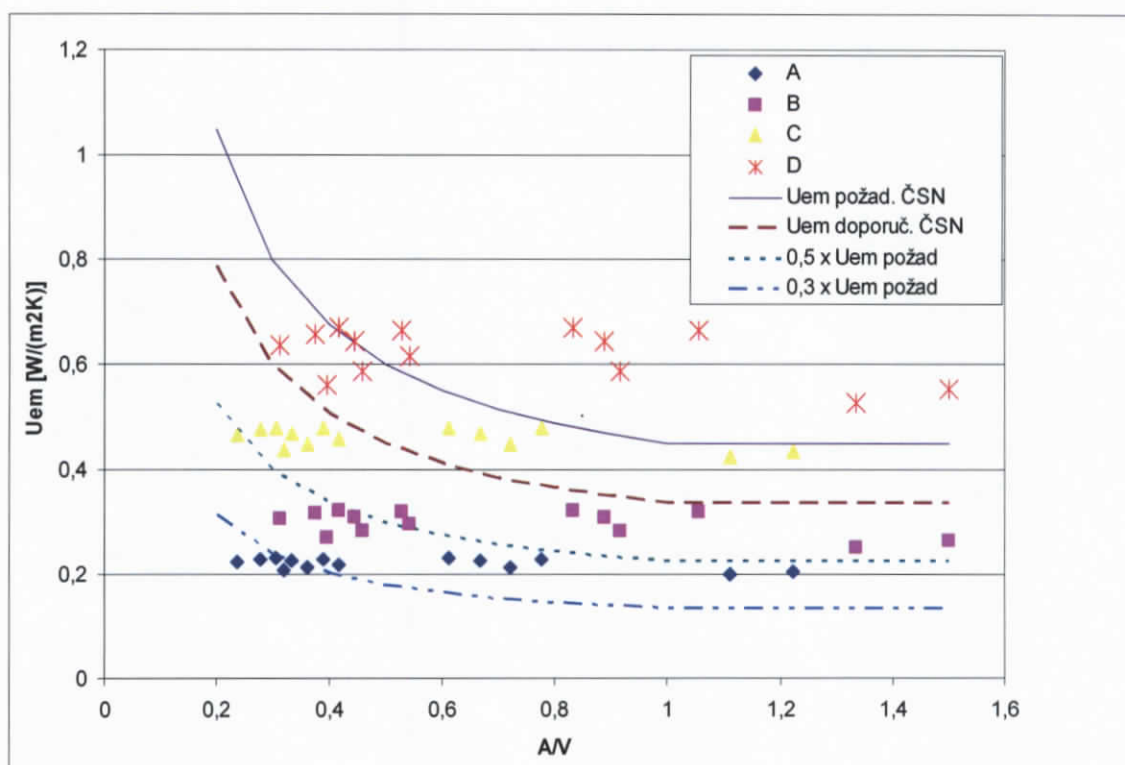
V první etapě se bude metodika zabývat pouze rodinnými domy. Důvodem je aktuální poptávka po zpřesněné metodice pro tuto kategorii budov a současně skutečnost, že právě u menších budov je citlivost na volbu některých vstupních parametrů vyšší. Projevuje se zde ve zvýšené míře efekt většího objemového faktoru tvaru A/V než u budov rozsáhlejších. Později bude věnována pozornost věnována i větším obytným budovám. Nebude rozdílu při použití metodiky pro novostavby i pro změny staveb.

3.2. Předpokládaný soubor kritérií

Tab. 1 uvádí návrh souboru kritérií pro hodnocení nízkoenergetických a pasivních rodinných domů. Kriteria obsahují rozhodující charakteristiky budovy – redukci tepelných ztrát (1b, 3, 4), kvalitu vnitřního prostředí (1a, 5), potřebu tepla na vytápění (6) a environmentálně orientované hodnocení (7). Konkrétní nastavení kritérií bude v některých případech řešeno ve dvou úrovních – hodnoty požadované, hodnoty doporučené, a to navíc odlišně podle cíle hodnocení – pro pasivní nebo nízkoenergetický dům.

Důraz při hodnocení vlastností obvodových konstrukcí je kladen na jejich celkové působení – jsou vyjádřeny také střední hodnotou součinitele prostupu tepla U_{em} . Kriterium nesmí nadbytečně omezovat různorodost řešení domů.

Obr. 2 ilustruje výsledky parametrické studie dosažitelnosti hodnot U_{em} alternativně pro obvodové konstrukce odpovídající obvykle doporučovaným hodnotám pro pasivní domy a pro obvodové konstrukce odpovídající normou požadovaným hodnotám. I pro budovy s objemovým faktorem tvaru A/V větším než 0,6 (malé rodinné domy) je v prvním případě dosažitelná hodnota $U_{em} = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (pravděpodobná hodnota kritéria 1b).



Obr. 2 Parametrická studie souvislostí součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí (U), střední hodnoty (U_{em}) a kompaktnosti budovy vyjádřené pomocí objemového faktoru tvaru AV . Analyzovány byly fiktivní budovy jednoduchého tvaru, kde 15% fasád tvoří zasklení. Vliv tepelných vazeb uvažován jednotně navýšením hodnoty o 3%.

A pro maximálně kompaktní budovu (kvádr), U na úrovni obvykle požadované pro pasivní domy (0,15 (stěny), 0,12 (střecha), 0,8 (okna), 0,2 (podlaha))

B shodné U , členitý povrch charakterizován 50% nárůstem plochy stěn a oken bez zvětšení objemu

C maximálně kompaktní, U na úrovni normou požadovaných hodnot (0,30 (stěny), 0,24 (střecha), 1,7 (okna), 0,45 (podlaha))

D shodné U , členitý povrch charakterizován 50% nárůstem plochy stěn a oken bez zvětšení objemu

Měrná potřeba tepla na vytápění se stanovuje výpočtem po měsících podle technických norem za standardizovaných podmínek (velikost vnitřních zisků, doba přítomnosti osob, sjednocený postup pro započtení vlivu stínění průsvitných ploch okolím,...). Měrná potřeba primární energie pro vytápění a ohřev teplé vody se stanovuje výpočtem (standardizovaná spotřeba teplé vody na obyvatele) při uvažování energetických zdrojů podle projektové dokumentace. Samostatná pozornost bude v klasifikačním schématu věnována i vyššímu podílu využití obnovitelných energetických zdrojů.

Tab. 1 Přehled kritérií pro hodnocení nízkoenergetických a pasivních domů – návrh

Přehled kritérií hodnocení			
Téma	č.	veličina	Komentář
Prostup tepla	1a	Součinitel prostupu tepla jednotlivých obvodových konstrukcí	Průkaz: výpočet podle technických norem
	1b	Střední hodnota součinitele prostupu tepla U_{em}	Průkaz: výpočet podle technických norem a metodiky, včetně vlivu tepelných vazeb
Kvalita vzduchu a tepelná ztráta výměnou vzduchu	2	Přívod čerstvého vzduchu do všech obytných místností	Průkaz: kontrola projektové dokumentace
	3	Účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu	Průkaz: zkušební protokol zařízení (prohlášení o shodě)
	4	Neprůvzdušnost obálky budovy A. ve fázi přípravy stavby	Projektový předpoklad, uvedený v protokolu výpočtu
		B. po realizaci	Průkaz: protokol měření
Zajištění pohody prostředí v letním období	5	Nejvyšší teplota vzduchu v obytné místnosti	Průkaz: výpočet podle technických norem
Potřeba tepla na vytápění	6	Měrná potřeba tepla na vytápění	Průkaz: výpočet podle technických norem za standardizovaných podmínek uvedených v metodice
Potřeba primární energie	7	Měrná potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění a ohřev teplé vody	Průkaz: výpočet podle technických norem za standardizovaných podmínek a projektových předpokladů užití energetických zdrojů uvedených v metodice

4. Stavebně-energetické koncepce budov

Stavebně-energetické koncepce by měla být připravována společně s celkovým řešením. Velkou výzvou například je navrhovat nosné konstrukce tak subtilní, že umístění velkých tloušťek tepelných izolací nebude problémem při zachování přijatelných rozměrů obvodové konstrukce. Nosná konstrukce má být také natolik efektivní, že vznikne „finanční prostor“ pro vyšší náklady na domovní techniku a na další potřebné prvky o špičkových vlastnostech. Další výzvou je hledání takových řešení, která umožní instalaci některých náročnějších komponentů později (promyšlená energetická koncepce, příprava rozvodů, přípojných míst, podpůrné konstrukce), jako jsou solární termické a fotoelektrické systémy (obr. 3).



Obr. 3 Experimentální objekt v Koberovech. Velmi úsporné stavební a technologické řešení při garantování kvality vnitřního prostředí je doplněno o finančně náročnou fotovoltaickou instalaci (8,5 kW_p špičkového výkonu s předpokládanou roční produkcí 7,5 MWh). Tím se dosahuje se úrovně energeticky nulového domu, pokud do roční bilance energetických toků na vstupu do budovy zahrneme i fotovoltaickou produkci předávanou do veřejné sítě. Skutečné energetické vlastnosti tohoto projektu podpořeného Českou energetickou agenturou budou dlouhodobě monitorovány.

5 Závěrem

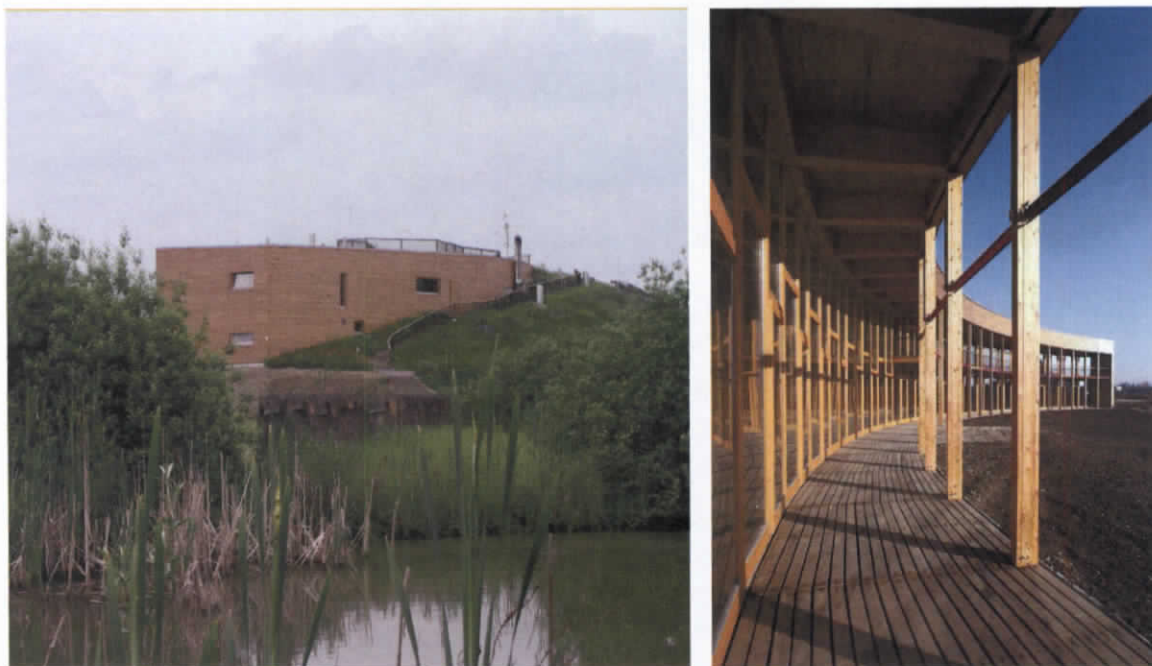
Soustředění na redukci potřeby provozní energie, až po dosahování úrovně pasivních domů a k domům s vyšší nezávislostí na dodávkách energie z veřejné sítě, je jistě správné a perspektivní. Může být chápáno také jako příspěvek k udržitelné výstavbě budov [3]. Za hlavní bariéry dalšího úspěšného rozvoje pasivních domů je možné považovat skutečnost, že skupina odborníků je stále příliš malá, že se ne vždy daří navrhovat kvalitní pasivní domy dostatečně efektivně, a také fakt, že dodavatelské firmy nemají dostatečný zájem na skutečné kvalitě stavebního díla.

V nejbližším období by se odborná komunita měla určitě zabývat těmito okruhy problémů:

- pokračovat v hledání co nejefektivnějších konstrukčních a technologických postupů výstavby
- kultivace dodavatelské sféry, získávání developerů pro účast na rozsáhlejších projektech
- řešení pasivních domů v urbanistickém měřítku větších zastavovaných lokalit
- řešení atraktivní pro všechny sociální skupiny
- sjednocení a prosazení metodiky hodnocení a deklarace vlastností pasivních domů
- tvorba a modifikace informačních akcí, vzdělávacích programů na různých úrovních, včetně přátelského propojení s obecně orientovanou environmentální výchovou (obr. 3, 4)

Aplikovaný výzkum by se měl navíc systematicky zabývat kvalitní integrací solárních systémů do budov, řešením nízkoenergetického chlazení budov, řešením zvyšování krátkodobé nezávislosti na dodávkách energie z veřejné sítě, efektivním využitím inteligentního řízení budov, transferem poznatků z novostaveb do rekonstrukcí budov na nízkoenergetický až pasivní standard a pochopitelně i identifikací nových úloh.

Soubor kritérií komentovaný v kap. 3 tohoto příspěvku je v současné době předmětem odborné diskuse a předpokládá se jeho představení veřejnosti v prvním pololetí roku 2008.



Obr. 4 Středisko ekologické výchovy Sluňákov v Horce nad Moravou (PROJEKTIL Architekti, stavebně-energetická koncepce Tywoniak, Kopecký a kol.). Budova sama je součástí environmentální výchovy (komponenty pasivního domu, měrná potřeba tepla na vytápění $25,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, převážné využití obnovitelných energetických zdrojů, dřevěné konstrukce, výplňové zdivo z nepálené hlíny, monitoring vlastností).

Podklady

- (1) Operační program Životní prostředí, MŽP 2007, www.sfzp.cz
- (2) www.sonnenplatz.at
- (3) www.substance.cz/cesb07

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 Udržitelná výstavba.

VLÁKNOBETON S RECYKLOVANÝM PLNIVEM A ODPADNÍM PŘÍRODNÍM KAMENIVEM

Jaroslav Výborný, Jan Vodička, Hana Hanzlová

Abstract

The main objective in this project is "Waste utilization, recycled material in the building industry", partial task: Research of technologies for waste processing to form of derivative resources.

The paper "Fiberconcrete with Recycled Filling and Waste Natural Aggregate" has presented the results of initial tests of density, compressive strength, flexural strength, tensile splitting strength obtained on corresponding samples of concrete form pure crushed bricks reinforced by polypropylene fibers with and without the amount of waste natural aggregate. The mechanical-physical properties have discussed.

1. Úvod

Celková produkce odpadů v EU je podle dokumentu ES (Strategie prevence a recyklace odpadů) přibližně 1,3 miliardy tun ročně bez zemědělských odpadů. To znamená, že celkové množství odpadů, včetně průmyslových, komunálních apod., činí v EU na osobu přibližně 3,5 tuny za rok. Podle informací publikovaných Evropskou agenturou pro životní prostředí (EEA-European Environmental Agency) se celková produkce odpadů v EU skládá z pěti hlavních toků, z nichž stavební a demoliční odpady představují 22 až 25%. Protože se zároveň po jejich upravení jedná o významný zdroj surovin, bylo nakládání s nimi specifikováno v Plánu odpadového hospodářství ČR, kde se stanovuje v jeho závazné části v oblasti SDO jejich využití do konce roku 2005 na hodnotu 50% a do konce roku 2012 na 75% hmotnosti vznikajících stavebních a demoličních odpadů. Odhaduje se, že na jednoho obyvatele ČR připadá 0,6-1 tuna SDO ročně. Z hlediska celkové hmotnosti SDO zpracovávaného v recyklačních střediscích ČR se podíl cihelné a betonové sutě nachází dlouhodobě na prvních dvou místech sestavovaného žebříčku společností ARSM.

Recyklované stavební sutě a betony byly a jsou předmětem výzkumného zájmu řady vědeckých institucí v EU. Zatím se však nevyužívá možnost plné náhrady přírodního kameniva samotnými recykláty nebo kombinovanými recykláty s odpadním kamenivem a s využitím konstrukčních nekorodujících syntetických vláken (Structural Synthetic Fibers).

2. Experimentální práce

Výsledná pevnost cihlobetonu může být podle některých autorů dříve provedených experimentálních prací ovlivněna:

Jaroslav Výborný, Doc., Ing. CSc.

ČVUT v Praze, fakulta stavební, katedra stavebních hmot

Tháškova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

Tel. : 224 354 447, fax : 224 354 446, e-mail : vyborny@fsv.cvut.cz

Jan Vodička, Doc., Ing., CSc., Hana Hanzlová, Ing., CSc.

ČVUT v Praze, fakulta stavební, katedra betonových a zděných konstrukcí

Tel. : 224 354 622, fax : 233 335 797, e-mail : jan.vodicka@fsv.cvut.cz

Tel. : 224 354 634, fax : 233 335 797, e-mail : hana.hanzlova@fsv.cvut.cz

-vlastnostmi cihelné drti a pojícího tmelu. Pevnost zrn cihelné drti je podstatně nižší než u křemičitého písku nebo jiného v obyčejných betonech běžně používaného přírodního kameniva a většinou je též nižší než pevnost cementového tmelu. Z toho mj. vyplývá názor, že pevnost cihlobetonu nemůže být nikdy vyšší než vlastní pevnost cihelné drti a zvyšování obsahu cementu za účelem zvýšení pevnosti cihlobetonu je neúčelné;

-vlastnostmi cementového tmelu zejména u hutných cihlobetonů, kde mezery mezi zrny drti jsou tmelem dokonale vyplněny. Tmel obaluje zrna cihelné drti a svírá je tam, že pevnost sevřených zrn je vyšší než pevnost volných zrn. Příznivý účinek spočívá i v rozdělení napětí mezi tmel a zrna drti úměrně modulům pružnosti. Větší část vnitřních sil je přenášena na méně stlačitelnou složku, kterou v případě vyššího obsahu cementu tvoří tmel. V důsledku toho může cihlobeton dosáhnout vyšší pevnosti v tlaku než je pevnost samotné cihelné drti. Tento fakt byl prokázán experimentálně v SRN a v roce 2005 na ČVUT, fakultě stavební v rámci řešení VZ 04[1].

2.2 Z experimentální analýzy probíhající od roku 2005 na Fakultě stavební ČVUT v Praze vyplývá příznivý vliv vláken nejen na tlakovou, ale zejména na tahovou pevnost cihlobetonů. Pevnost zkoumaných cihlobetonů je nižší než v případě jemnozrného betonu, což je dáno charakterem inertní složky, tj. cihelné drti. Avšak pevnost cihlobetonů, zejména v příčném tahu, je dostatečná pro jeho využití v násypech a to zemních tělesech pozemních komunikací, hrázích apod. Vláknová výztuž rozptýlená ve struktuře cihlobetonů mění charakter klasického porušení zkušebních těles [2].

2.3 Pro výrobu vláknobetonu s recyklovaným plnivem a odpadním kamenivem byl použit:

-nečistý cihelný recyklát frakce 8/32 (označení C 5H) ze stavební suti obsahující kusy cihel plných i děrovaných, pórobetonových tvárnic, keramických obkládaček a dlaždic, podkladních betonů, zásypů apod., zpracovaný v recyklačním středisku KARE Praha s.r.o.,

-nečistý cihelný recyklát frakce 0/32 (označený C 6H) zpracovaný v recyklačním středisku WEKO s.r.o.,

-odpadní přírodní kamenivo frakce 0/32 (označení CBK) z lomu Straškov u Roudnice nad Labem.

Charakteristiky jednotlivých vstupních složek :

a) nečistá cihelná drť frakce 8/32

- sypaná hmotnost v setřeseném stavu $\rho_{t,k} = 1275 \text{ kg/m}^3$
- objemová hmotnost $\rho_{v,k} = 1770 \text{ kg/m}^3$

b) nečistá cihelná drť frakce 0/32

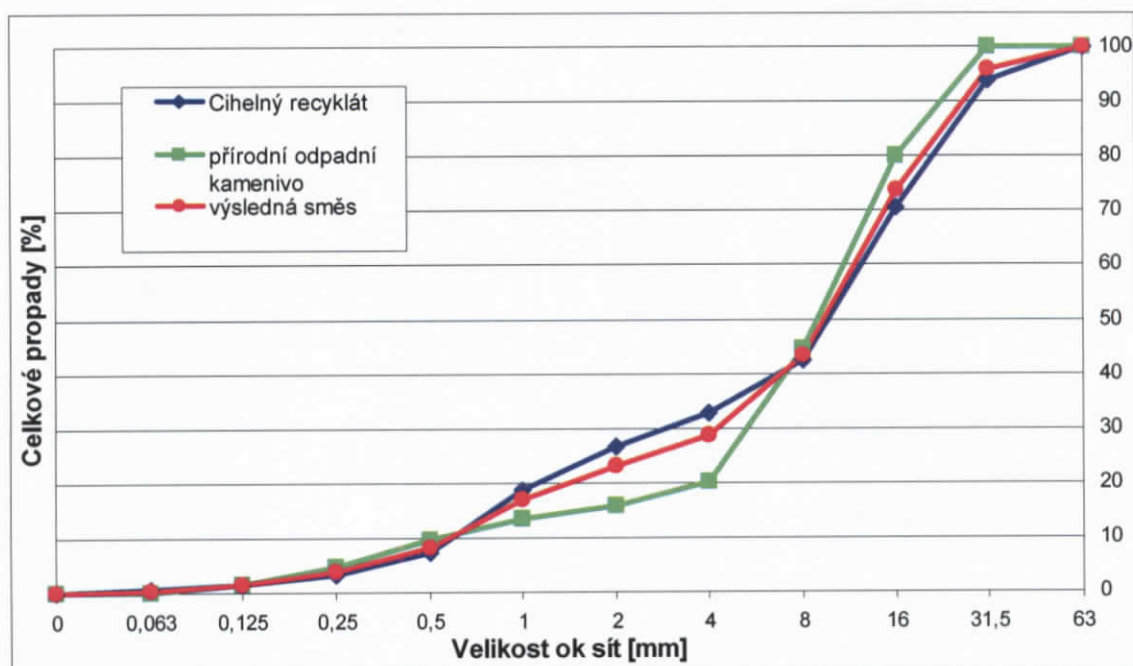
- prosévací zkouška → viz. čára zrnitosti obr. 1
- sypaná hmotnost v setřeseném stavu $\rho_{t,k} = 1340 \text{ kg/m}^3$
- objemová hmotnost $\rho_{v,k} = 1890 \text{ kg/m}^3$

c) odpadní přírodní kamenivo frakce 0/32

- prosévací zkouška → viz. čára zrnitosti na obr. 1
- sypaná hmotnost v setřeseném stavu $\rho_{t,k} = 1447 \text{ kg/m}^3$
- objemová hmotnost $\rho_{v,k} = 2547 \text{ kg/m}^3$

d) portlandský popílkový cement CEM II/B – V 32,5R

e) polypropylenová vlákna FORTA FERRO – 1% objemu



Obr. 1 Křivky zrnitostí použitých plniv

V recepturách se měnilo množství cementu z nejmenší hodnoty dané v ČSN EN 206-1 a to 260 kg/m^3 na 150 kg/m^3 pro vláknobeton CBK (srovnání: Kamenivo stmelené cementem). Dávka záměsové vody byla u CBK též snížena na 137 l za účelem použití válcované technologie. Křivky zrnitostí použitých plniv a to cihelného recyklátu 0/32, odpadního přírodního kameniva 0/32 a směsi získané smíšením cihelného recyklátu a tohoto kameniva v hmotnostním poměru 2:1 jsou patrné z obr. 1.

Výsledná receptura vláknobetonu CBK na 1 m^3 je následující:

-nečistý cihelný recyklát 0/32	1096kg
-odpadní přírodní kamenivo 0/32.....	548kg
- cement CEM II/B – V 32,5R.....	150kg
-záměsová voda.....	137kg
-vlákna FORTA FERRO.....	9,1kg

Pevnost v tlaku a pevnost v příčném tahu byla odzkoušena na normových zkušebních krychlích (o hraně 150mm), pevnost v tahu za ohybu na trámčích normových velikostí 100x100x400 mm po 28 dnech od jejich vyrobení

3 Výsledky experimentů a diskuse

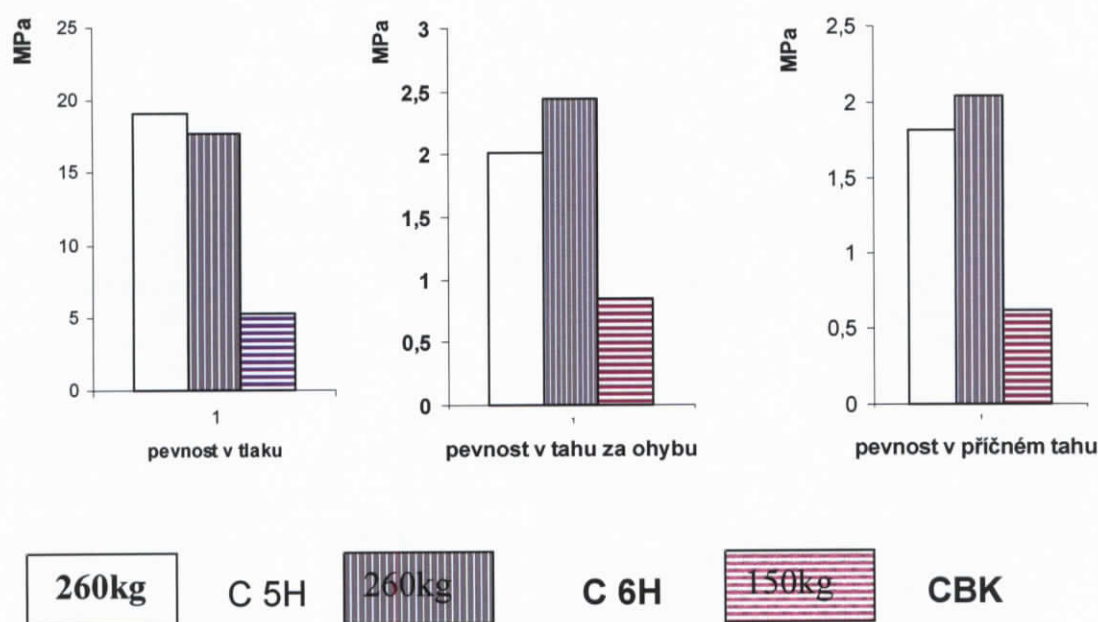
Výsledky testování základních mechanicko-fyzikálních vlastností vláknobetonů jsou uvedeny v tab. 1

Tab. 1 Hodnoty základních mechanicko-fyzikálních vlastností zkoumaných vláknobetonů na normových tělesech (jako průměr ze tří měření)

Vzorek (frakce)	Vlastnost			
	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Pevnost v tahu za ohybu [MPa]	Pevnost v tlaku na krychlích [MPa]	Pevnost v příčném tahu na krychlích [MPa]
		Čtyřbodový ohyb		
C 5H cihlobeton s vlákny (8/32)-260kg	1890	2,01	19,1	1,82
C 6H cihlobeton s vlákny (0/32)-260kg	1804	2,44	17,74	2,04
CBK cihlobeton s přírodním odpadním kamenivem a vlákny (0/32)-150kg cementu	1869	0,85	5,26	0,62

Poznámka: Procento vyztužení syntetickými vlákny je ve všech případech stejné-1% objemu.

Z porovnání křivek zrnitostí na obr. 1 je patrná absence drobného odpadního kameniva frakce 0/4 pro vláknobeton CBK. Pórovitá až mezerovitá struktura vláknobetonu CBK je vidět i na lomu zkušebních těles. Proto je nutné se zaměřit v dalším výzkumu na využití odpadního přírodního kameniva frakce 0/4 a 0/2 z lomu Košťálův. Ze stručné analýzy vyplývá příznivý vliv vláken na tahovou pevnost, která je nižší v případě CBK, ale dostatečná pro jeho využití jako výztužných vrstev v zemních tělesech [3]. Vliv různého množství cementu na pevnosti je patrný z obr. 2.



Obr. 2 Porovnání základních charakteristik vláknobetonů

4. Závěr

Dosavadní výsledky dlouhodobých zkoušek vláknobetonů s využitím cihelného recyklátu ukazují, že jejich výroba je v praxi reálná, a to i bez použití plastifikátoru a dalších přísad. Aplikace vláknobetonů s cihelným recyklátem, především potom aplikace vláknobetonů, u nichž inertní plnivo bude složeno z odpadního přírodního kameniva a cihelného recyklátu umožní regulovat charakteristiky vláknobetonů volbou hmotnostních poměrů těchto složek. To zvýší atraktivnost tohoto kompozita, neboť regulace jeho vlastností nebude záviset na změně hmotnostního množství cementu, který je energeticky nejnáročnější složkou při výrobě betonu.

Opatření ke zvýšení podílu recyklované a znovuvyužité části SDO vede jednoznačně k výraznému snížení zatížení životního prostředí a to jak ve formě snížení produkce odpadů, tak také ve formě snížení objemu vytěžených primárních nerostných surovin. Nakládání se SDO se však netýká pouze životního prostředí, ale má podstatný vliv i na produktivitu a náklady stavební výroby. SDO přitom představuje velmi důležitý zdroj „druhotných“ surovin, které mohou, po více či méně komplikovaném procesu recyklace, vstoupit jako plnohodnotné stavební materiály do oběhu ve stavebnictví. Realizace tohoto kroku vyžaduje splnění následujících podmínek:

- Navrhnout a projektovat takové konstrukce s konstrukčními detaily, které umožní snadnou demontovatelnost celku nebo dílčí části konstrukce.
- Třídit bouraný a demontovaný stavební materiál již při demolici na staveništi.
- Danově zvýhodnit a výzkumně (ze strukturálních fondů) podporovat rozšíření již známých recyklačních technologií ve stavební výrobě.
- Vytvořit systém nových norem a předpisů pro stavební materiály na bázi upravených odpadů („druhotných“ surovin).
- Experimentálně ověřit nové výrobní technologie a postupy tak, aby v rámci stavební výroby mohly být využity i další „druhotné“ suroviny, nejen upravené SDO.

- Třídít (v případě velkého objemu) ukládaný SDO na skládkách dle druhu tak, aby bylo možné v co nejbližší budoucnosti jeho využití jako suroviny pro vznik upraveného odpadu.
- Strategicky naplánovat možnost přímého prodeje recyklačního upraveného odpadu jako stavebního materiálu [4].

V současné době se jeví jako nezbytné usilovat o postupné sjednocování požadavků na environmentální vlastnosti recyklátů, které by odpovídaly reálně dosažitelným hodnotám škodlivin a které přitom nevytvářejí zdravotní rizika při specifickém využívání recyklátů.

Literatura

- [1] VÝBORNÝ, J. – VODIČKA, J. – HANZLOVÁ, H. : Konstrukční vláknobeton s recyklovaným plnivem. In: Sborník příspěvků workshopu o VZ 04 „Udržitelná výstavba“, 14.12.2006, FSv ČVUT v Praze, Ediční středisko ČVUT Praha, ISBN 80-01-03605-7, str. 137-143.
- [2] VÝBORNÝ, J. – VODIČKA, J. – HANZLOVÁ, H.-VYTLAČILOVÁ, VL.: Fibreconcrete with Aggregate from Recycled Materials. In: Proceedings of the CESB 07 Prague Conference 24-26 September 2007, CTU in Pratur, FCE, CR, CSBS and CBS servis, ISBN 978-80-903807-8-3, pp678-682.
- [3] VÝBORNÝ, J. – VODIČKA, J. – HANZLOVÁ, H.- WACHSMANN, M.: Vláknobeton, zejména pro zemní konstrukce. Osvědčení o zápisu užitého vzoru č. 17 647 ze dne 9.7.2007, Úřad průmyslového vlastnictví, ČR, 6 stran
- [4] LIŠKA, V.: Komoditní burzy versus odpady. Sborník kolokvia pořádaného katedrou společenských věd FSv ČVUT v Praze, Parlamentním institutem a Institutem Svazu průmyslu ČR, 19.10.2006

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

ROZLOŽENÍ TEPLOTY PO DÉLCE NOSNÍKU PŘI POŽÁRU

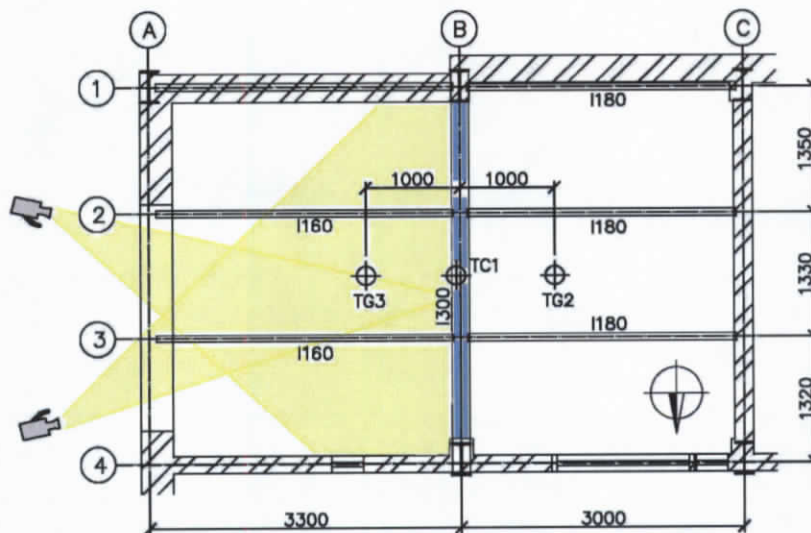
František Wald, Antonín Uhlíř

Abstract

The paper presents the results of the fire test on an industrial building before demolition in steel plant in Ostrava 16 June 2006. Two fire tests were performed; local fire and compartment fire. The compartment fire was focussed on the temperature distribution into the connections during heating and during cooling of the structure; on the internal forces in columns due to the elongation and shortening of an unprotected floor; on the behaviour of steel beams; on the heating of the unprotected front beam; and on heating of the external beam outside the fire compartment. The model of the distribution of the temperature across and along the primary beam was improved compare to the measured temperatures.

1. Úvod

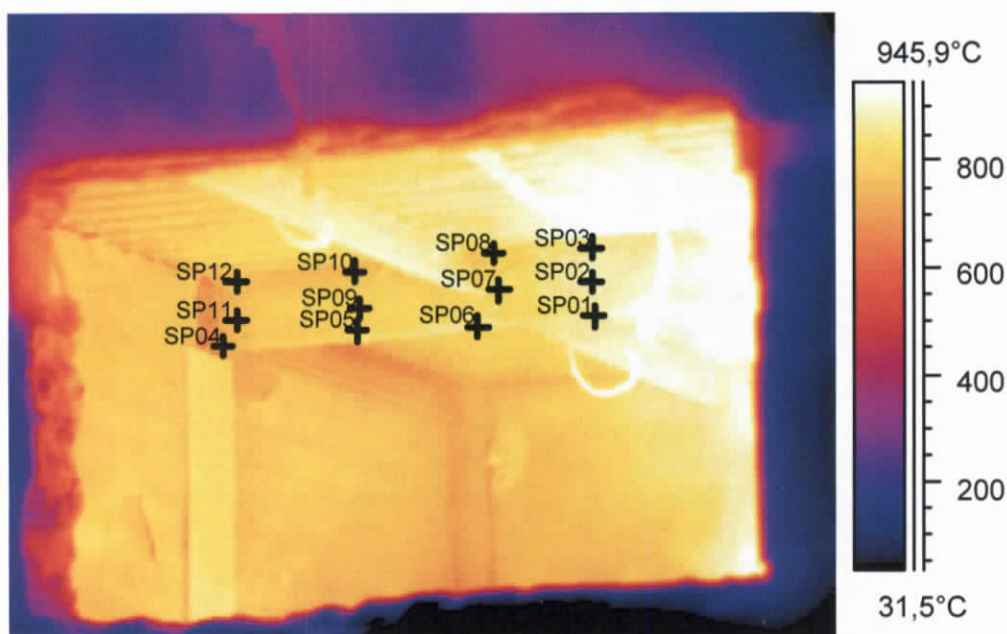
Změna teploty prvku za požáru se předpovídá integrací diferenciálních rovnic přestupu a vedení tepla. Při řešení se zohledňuje počáteční teplota a teplotní vlastnosti okolních povrchů v požárním úseku, viz [1]. Složka čistého sálavého tepelného toku na jednotku plochy prvku se stanovuje pro polohový faktor, emisivitu a okolní teplotu. Výpočet lze zjednodušit uvážením vysoké tepelné vodivosti oceli a řešit pouze jednorozměrné vedení tepla. Za tohoto předpokladu lze postupovat po přírůstcích. Při výpočtu se u zjednodušených modelů pro ocelové konstrukce uvažuje, že průřez má po výšce i po délce konstantní teplotu. Pro pokročilý návrh a pro ocelobetonové konstrukce se s rozdělením teploty po průřezu počítá.



Obr. 1 Umístění a orientace termokamer při experimentu v Ostravě

Experiment na konstrukci vystavené skutečnému požáru v Ostravě 16. června 2006 byl zaměřen kromě chování stýčníků, stropní desky a vložených vzorků konstrukcí také na chování nosníků při vysoké teplotě, viz [2]. Část tenzometrů, průhyboměrů a dvě termokamery byly navrženy pro dokumentaci teplot a deformací. Vy-

braná budova byla třípodlažní s konstrukcí ocelového patrového skeletu a s přípoji čelní deskou. Požární zatížení bylo voleno hranicemi vyskládanými z dřevěných latí tak, aby odpovídalo hustotě požárního zatížení modernímu bytu. Požární úsek s vnitřními rozměry 3,80 x 5,95 m a se světlou výškou 3,78 m byl umístěn v 2. NP. Pro prohloubení poznatků o rozložení teplot na ocelovém nosníku byl zvolen průvlak průřezu I 300 připojený přes čelní desky k požárně chráněným sloupům. Zvolený prvek s rozpětím 3,8 m přenášel zatížení od čtyř kloubově připojených stropnic. Průvlak byl snímán v pravidelných časových intervalech dvěma termokamerami FLIR 695 PM umístěnými na účelově vybudovaných věžích z lešení. Věže byly vystavěny ve vzdálenosti 12 m od okna požárního úseku se zřízenými natáčecími stanovišti ve výšce přibližně 6 m. Speciální objektivy s malým zorným úhlem instalované na těla termokamer umožnily zaznamenat infračervené záření zvolené části ocelové konstrukce ve vysokém rozlišení. Půdorysné schéma rozmístění termokamer ke snímání průvlaku je na obr. 1.

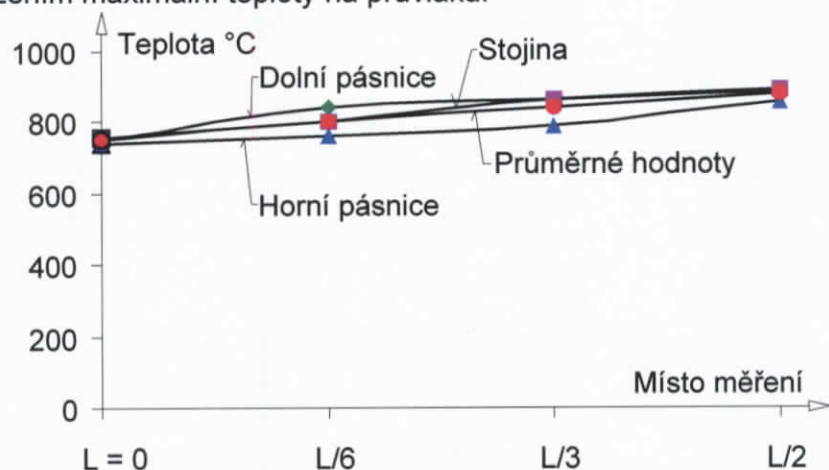


Obr. 2 Termogram v 54. min experimentu s vyznačením vyhodnocených bodů na průvlaku stropní konstrukce

2. Měření termokamerami

Termokamery zobrazují matici nekontaktně snímaného infračerveného záření vyzařovaného povrchem těles. Přesnost vyhodnocení teplot výrazně ovlivňuje volba parametrů při vyhodnocení matice ze záznamu termokamery. Nejvýraznější vliv má emisivita, která závisí na barvě povrchu, která se při zahřívání během požáru mění. Výpočet dále ovlivňuje radiace okolních těles a znečištění atmosféry zplodinami hoření, viz [3]. Zpřesnění výpočtu umožnila kalibrace parametrů termočlánkem TC1 ve středu rozpětí průvlaku, který snímal teplotu spodní pásnice, viz obr. 1. Termogramy získané při zaclonění snímaných bodů plameny/kouřem nelze uvažovat. Kombinace dvou termografických měření umožnila vyhodnocení většiny fází požáru. Ve středu rozpětí průvlaku byla pomocí termočlánku TC1 snímána teplota na spodní pásnici, která umožnila softwarovou kalibraci potřebných souvisejících faktorů pořízené termovize. Pro zpřesnění teplotních polí nekontaktně snímaného prvku byla kalibrace

zaměřena především na hodnoty emisivity povrchu. Kombinací obou termografických měření s rozdílným časem záznamu bylo docíleno sestavení dostatečného počtu termovizní pokrývající všechny fáze průběhu požáru. Termogramy zhotovené v okamžiku zaclonění zájmových bodů vyšlehnutým plamenem nebyly uváženy. Termokamera zaměřená na styčník v průmětu os B4 nezaznamenala přesný střed rozpětí měřeného průvlaku, odchylka cca 150 mm byla zanedbána. Obr. 2 znázorňuje vyznačení vyhodnocených bodů z termogramu zhotoveného v 54. min požáru, tj. před dosažením maximální teploty na průvlaku.



Obr. 3 Teplota průvlaku v 54. min experimentu

3. Naměřené hodnoty

Měřené body, označené SP08, SP09, SP11 a SP12 byly posunuty, kvůli ovlivnění teploty blízkého okolí přípoji. Na obr. 2 je patrná nižší teplota přípojů nosníků a průvlaku zapříčiněná vyšší koncentrací materiálu v přípojkách. Zaznamenané a odečtené teploty na průvlaku jsou uvedeny v tab. 1 až 3.

Tab. 1 Změřené teploty na dolní pásnici průvlaku

Čas	Uprostřed rozpětí	Ve třetině rozpětí	V šestině rozpětí	V místě přípoje
0. min	23,0 °C	23,0 °C	23,0 °C	23,0 °C
22. min	395,3 °C	341,1 °C	329,2 °C	324,3 °C
30. min	505,3 °C	503,7 °C	494,4 °C	490,3 °C
45. min	781,4 °C	767,0 °C	765,1 °C	762,4 °C
54. min	887,9 °C	863,8 °C	839,9 °C	750,4 °C
69. min	891,2 °C	888,0 °C	866,2 °C	811,4 °C
96. min	694,8 °C	607,8 °C	583,6 °C	571,0 °C
120.min	526,2 °C	446,6 °C	- *	410,9 °C

Tab. 2 Změřené teploty na stojině průvlaku

Čas	Uprostřed rozpětí	Ve třetině rozpětí	V šestině rozpětí	V místě přípoje
0. min	23,0 °C	23,0 °C	23,0 °C	23,0 °C
22. min	421,2 °C	383,6 °C	305,6 °C	290,1 °C
30. min	512,3 °C	510,7 °C	506,8 °C	453,8 °C
45. min	794,6 °C	789,3 °C	775,4 °C	742,3 °C
54. min	892,4 °C	865,6 °C	804,0 °C	755,1 °C
69. min	890,4 °C	887,9 °C	873,1 °C	815,1 °C
96. min	670,0 °C	625,0 °C	575,3 °C	525,8 °C
120.min	507,0 °C	- *	- *	- *

Tab. 3 Změřené teploty na stojině průvlaku

Čas	Uprostřed rozpětí	Ve třetině rozpětí	V šestině rozpětí	V místě přípoje
0. min	23,0 °C	23,0 °C	23,0 °C	23,0 °C
22. min	389,4 °C	340,9 °C	301,1 °C	280,1 °C
30. min	487,4 °C	478,8 °C	477,6 °C	441,6 °C
45. min	752,0 °C	741,5 °C	732,1 °C	727,8 °C
54. min	855,4 °C	789,4 °C	763,5 °C	741,2 °C
69. min	861,9 °C	847,4 °C	839,4 °C	794,7 °C
96. min	650,0 °C	601,1 °C	568,4 °C	499,5 °C
120. min	496,0 °C	- *	- *	- *

Průměrná teplota byla uprostřed rozpětí 879 °C a na začátku průvlaku 749 °C ve sledovaném čase požáru. Obr. 3 znázorňuje nerovnoměrný průběh teploty po délce průvlaku v 54. min tj. před dosažením maximální hodnoty. Následné tab. 4, 5 a 6 jsou výpisem poměrů teplot vztažených ke kontaktně změřené teplotě na dolní pásnici uprostřed rozpětí.

Tab. 4 Vyhodnocené poměry teplot na dolní pásnici průvlaku

Čas	Uprostřed rozpětí	Ve třetině rozpětí	V šestině rozpětí	V místě přípoje
0. min	1,00	1,00	1,00	1,00
22. min	1,00	0,86	0,83	0,82
30. min	1,00	1,00	0,98	0,97
45. min	1,00	0,98	0,98	0,98
54. min	1,00	0,97	0,95	0,85
69. min	1,00	1,00	0,97	0,91
96. min	1,00	0,87	0,84	0,82
120. min	1,00	0,85	- *	0,78

Tab. 5 Vyhodnocené poměry teplot na stojině průvlaku

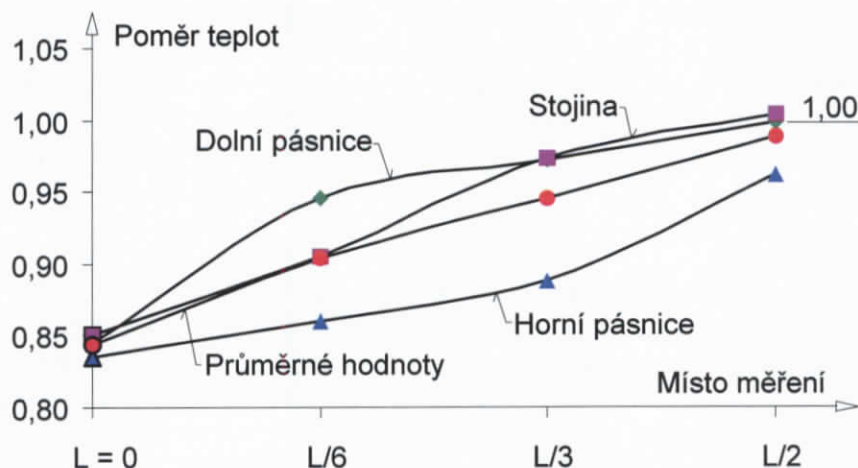
Čas	Uprostřed rozpětí	Ve třetině rozpětí	V šestině rozpětí	V místě přípoje
0. min	1,00	1,00	1,00	1,00
22. min	1,07	0,97	0,77	0,73
30. min	1,01	1,01	1,00	0,90
45. min	1,02	1,01	0,99	0,95
54. min	1,01	0,97	0,91	0,85
69. min	1,00	1,00	0,98	0,91
96. min	0,96	0,90	0,83	0,76
120. min	0,96	- *	- *	- *

Tab. 6 Vyhodnocené poměry teplot na horní pásnici průvlaku

Čas	Uprostřed rozpětí	Ve třetině rozpětí	V šestině rozpětí	V místě přípoje
0. min	1,00	1,00	1,00	1,00
22. min	0,99	0,86	0,76	0,71
30. min	0,96	0,95	0,95	0,87
45. min	0,96	0,95	0,94	0,93
54. min	0,96	0,89	0,86	0,83
69. min	0,97	0,95	0,94	0,89
96. min	0,94	0,87	0,82	0,72
120. min	0,94	- *	- *	- *

* Poměry teplot nebylo možné vyjádřit

Přepočtem na součinitele s referenční teplotou dolní pásnice uprostřed rozpětí byly získány křivky vyjadřující poměrné rozložení teploty na průvlaku. Grafické znázornění je na obr. 4. Výpočtem průměrných teplot ve zvolených staničních rozpětí průvlaku byl získán přibližný poměr teplotního zatížení. Poměr teplot na kraji nosníku v 54. min odpovídá součiniteli 0,84. Průběh průměrné teploty průřezu po délce průvlaku vykazuje při experimentu v Ostravě téměř lineární průběh.



Obr. 3 Teplota průvlaku v 54. min experimentu

4. Shrnutí

Experimentálně bylo ověřeno rozložení teploty na stropním průvlaku při zkoušce v Ostravě v roce 2006. Teplota po délce nosníku v čase dosažení nejvyšší teploty klesala od středu rozpětí. V 54. min požáru tj. před dosažením nejvyšší teploty byl vyhodnocen součinitel teploty konce nosníku 0,84. Výpočet průměrného procentuálního poklesu ve fázi zahřívání byl proveden z teplot nosníku u přípoje. Redukční součinitel teploty při zahřívání odpovídá hodnotě 0,87, která je v dobré shodě s používaným součinitelem 0,88.

Literatura

- [1] Wald, F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, ČVUT, Praha 2005, 336 s. ISBN 80-01-03157-8
- [2] Kallerová P. a kol.: Požární zkoušky na objektu čpavkárny II, Mittal, Steel Ostrava, výzkumná zpráva, ČVUT v Praze, 2006, 24 s.
- [3] Pašek, J., Wald, F., Uhlíř, A., 2006, Experience with thermo image cameras on fire tests, SiF'06 Fourth International Workshop Structures in Fire, Avairo, ISBN 972-789-190-X.

Poděkování

Tento příspěvek a experiment na objektu v Ostravě vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

OPTIMALIZACE FOTOVOLTAICKÝCH STÍNÍCÍCH SYSTÉMŮ

Marek Ženka

Abstract

The paper deals with design and appropriate use of photovoltaic sun blinds. Chapter 3 is devoted to the project of PV sun blind optimization currently being carried out at the Faculty of Civil Engineering. The project is aimed at searching for optimal geometries of a photovoltaic sun blind with regard to the daylight factor, the heat load from passive solar gains, minimization of the need for cooling the interior and also with regard to the electricity production in the climatic conditions of the Czech Republic.

1. Architektura dnes

Prudký technologický a materiálový vývoj posledních desetiletí výrazně ovlivnil architektonickou tvorbu. Rostoucí konstrukční možnosti, touha architektů vyzkoušet nové technologie a současná doba tvrdé konkurence, která tvůrce žene k návrhu extrémních řešení ve snaze na sebe upozornit, vedou často ke značně nevyváženým řešením z hlediska principů formy, funkce a konstrukce objektů. V důsledku toho vzniká stále více budov se zavěšenými prosklenými fasádami, obrovskými okny a světlíky. Velké prosklené plochy přináší kromě nového architektonického potenciálu i spoustu dalších výhod jako třeba lepší denní osvětlení, možnost navrhovat hlubší dispozice, neobvyklý výhled atd., ale na druhé straně mohou být příčinou oslnění uživatelů a přehřívání vnitřních prostor.

Zvláště pro dobře zateplené budovy a pro stavby tzv. energeticky pasivní může přehřívání představovat ještě větší riziko. Ve snaze využívat maximální potenciál sluneční energie v chladné polovině roku bývají okenní otvory těchto objektů orientovány k výhodným světovým stranám, což v létě může při neopatrném návrhu stínících systému vést k přehřívání. Mnohé z těchto objektů jsou řešeny jako dřevostavby, což nutnost dobré regulace solárních pasivních zisků v letním období vzhledem k nízké akumulaci jen prohlubuje. Kritické z důvodu přehřívání nemusí být jen léto, ale také obě přechodová období (jaro, podzim) ve slunných dnech, kdy dopadající sluneční paprsky pronikají hlouběji do interiéru. Zvláště v případě objektů s většími interními zisky jako jsou administrativní budovy může docházet k přehřívání interiéru prakticky po celý rok.

Vezmeme-li v potaz zajištění požadované pohody vnitřního prostředí a cenu energie na případné chlazení, hraje ochrana interiéru před přehříváním nedílnou úlohu v integrovaném návrhu stavby. Tím spíše, že stínící systém díky svému umístění na obálce budovy představuje významný architektonický prvek. Proto tento problém znamená výzvu a potenciál pro hledání inovativních řešení, která budou dobře a zajímavě esteticky ztvárněna a začleněna a zároveň budou dobře plnit svou funkci.

2. Fotovoltaika ve stínících systémech

Plochy stínících prvků jsou ze své podstaty ideální pro začlenění fotovoltaické technologie. Fotovoltaické stínící systémy zabraňují přímému slunečnímu záření vstoupit do budovy a zároveň tuto energii ekologicky přeměňují na energii elektrickou. Hybridní systémy dokáží využít i teplo. Systém může být stacionární, polohovatelný nebo trekovací – automaticky se natáčející za sluncem. Vede se živá diskuze,

Marek Ženka, Ing

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra pozemních staveb

Tháškova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

tel.: 224 355 325, e-mail: marekzenka@fsv.cvut.cz

který ze systémů je výhodnější z pohledu výroby el. energie, stínění, ceny, regulovatelnosti, údržby, atd.

Nejjednodušší je nainstalovat nad okno jednoduchý fotovoltaický panel ve výhodném sklonu pro celoroční produkci energie. Toto řešení bude dobře fungovat v létě, kdy je slunce vysoko na obloze, ale nezabrání oslnění (příp. i přehřátí) v zimě. Jiné statické řešení představuje semitrparentní fotovoltaika přímo v obálce budovy. Je několik možností jak tato instalace může vypadat. V každém případě jsou v této variantě na instalaci kladeny požadavky jako na každý jiný obvodový plášť (souč. prostupu tepla, požární odolnost, bezpečnost proti vniknutí,...) Z hlediska optické pohody je důležité, jaká místnost se za touto instalací nachází, protože s propustujícím světlem lze různě pracovat. Při použití destiček klasického krystalického křemíku zalaminovaných ve skle s odstupem vedle sebe (obr. 1), vznikne v interiéru „šachovnice“ jejich stínů s ostrým přechodem světla a stínu. Může to být zajímavý návrh pro zakrytí světlíku atria, ale poněkud obtěžující vzor na monitoru v kanceláři. Řešením pro prostory s potřebou difuzního světla může být tenkovrstvá křemíková technologie (obr. 2), s kterou lze pracovat jako s potiskem a kupříkladu vytvořit hustou síť malých obdélníčků. Ovšem oba tyto případy znamenají trvalou clonu, čímž limitují výhled ven a při zatažené obloze to může vést k nedostatečnému činiteli denního osvětlení. Řešením může být kombinace semitrparentní fotovoltaiky s tabulemi čirého skla, čímž vzniká další prostor pro zajímavé architektonické ztvárnění. Trekovací systémy jsou sice výkonnějšími generátory el. energie a zároveň účinněji stíní, ale jsou neúměrně drahé a potenciálně poruchové a náročné na údržbu. Téměř všechny stacionární stínicí systémy a takové, kde chceme využít fotovoltaiku, se potýkají s problémem zajištění dostatečného osvětlení interiéru v době, kdy je zatažená obloha.



Obr. 1 CSi (kr. křemík) - [<http://www.cipcsp.com/systemes>]

Obr. 2 aSi (amorfní tenkovrstvý křemík) - [<http://www.schott.com/photovoltaic>]

3. Experimentální objekt

V problematice návrhu stínících systémů je celá řada otázek a protichůdných proměnných. Od energetických bilancí v různých obdobích roku, způsobu výpočtu míry přehřívání, zajištění vizuální a tepelné pohody vnitřního prostředí, případné výroby el. energie implementovaným fotovoltaickým systémem. Ve snaze blíže porozumět složitosti problému a analyzovat jednotlivé jevy, byl vytvořen experimentální objekt (obr. 3) na střeše budovy fakulty stavební ČVUT.



Obr. 3 Pokusná instalace na střeše fakulty stavební ČVUT

3.1. Cíle projektu

Instalace vznikla v rámci projektu s názvem „Optimalizace stínění fotovoltaickou markýzou“. Projekt je zaměřen na hledání optimálních poloh fotovoltaické markýzy s ohledem na tepelnou zátěž interiéru pasivními solárními zisky, minimalizace potřeby chlazení, hodnoty činitele denní osvětlenosti a produkce elektrické energie na FV markýze. Cílem je maximální využití solární energie pasivním i aktivním způsobem vedoucím k optimalizaci celkové energetické bilance místnosti/objektu v průběhu roku pro podmínky v České republice.

Projekt probíhá ve dvou úrovních. Nejprve byl zkonstruován fyzický model středně velké místnosti s fotovoltaickou markýzou, který je umístěn na střeše budovy fakulty stavební. Tento model poté poslouží jako místo pro sběr dat, jež budou dále využita pro modelování a validaci termodynamických simulací.

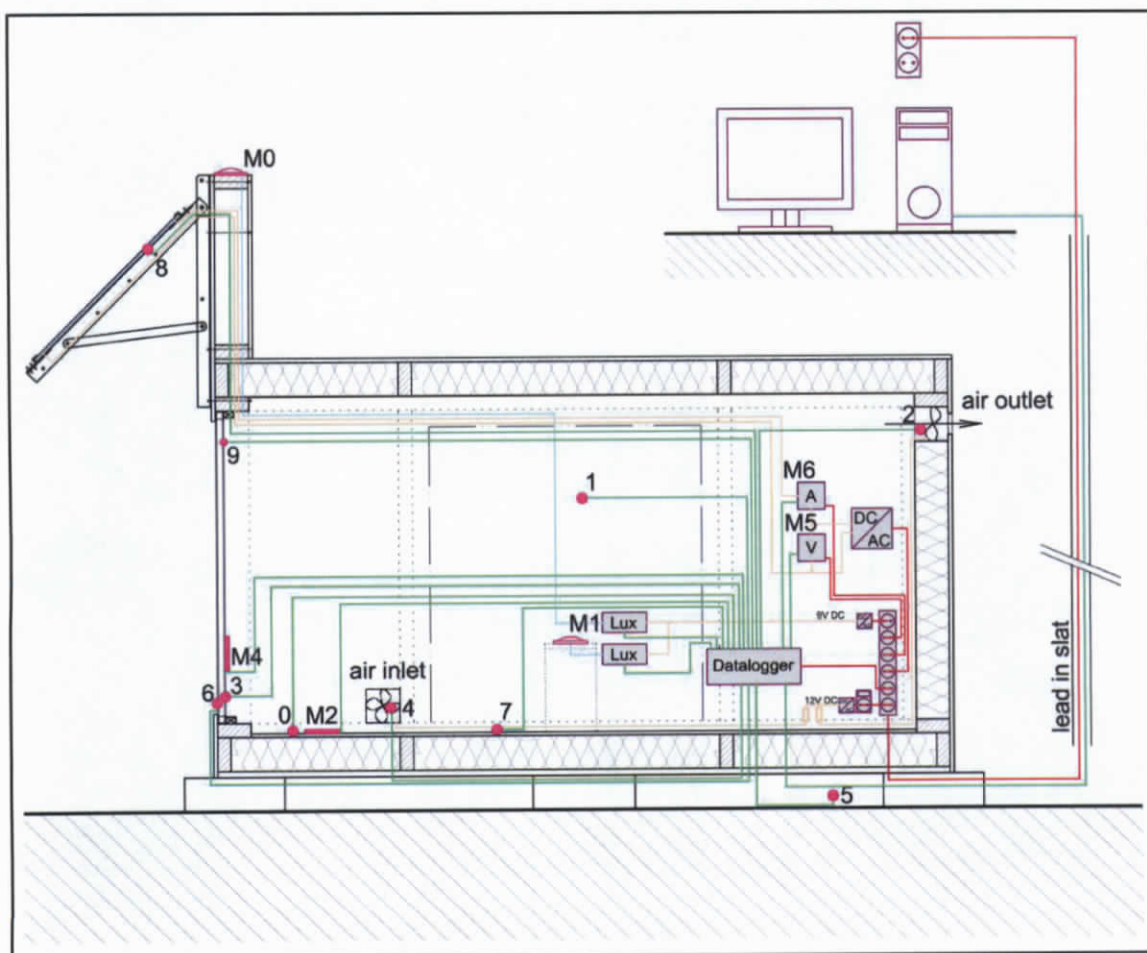
3.2. Konstrukce

Byl vytvořen model v měřítku 1:3 (vůči reálnému stavu). Model je sestaven z dřevěných fošen jako nosné konstrukce opláštěné OSB deskami. Prostor mezi

konstrukčními prvky je vyplněn deskami z pěnového polystyrenu tl. 100 mm. V čelní stěně je zasazeno dvojsklo s nízkoemisivní vrstvou s hodnotou součinitele prostupu tepla $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Zasklení je záměrně navrženo přes celou stěnu, aby bylo možno pomocí posuvných desek z OSB měnit aktuální velikost okenního otvoru. Konstrukce pro FV markýzu je polohovatelná, lze měnit jak výšku osazení, tak sklon prvku. Vlastní markýza je bezrámový fotovoltaický semitransparentní panel o rozměrech 1000/600 mm. Tenká vrstva amorfního křemíku je přes ochranou fólii zalisovaná mezi dvě tvrzená skla. Objekt je vybaven dvěma malými ventilátory o průtoku cca $1 \text{ m}^3/\text{min}$. Sací ventilátor je umístěn v boku v přední části těsně nad podlahou, výdechový je v zadní straně pod stropem. Instalace je značně variabilní, co se týče velikosti okenního otvoru, sklonu a umístění stínící markýzy a režimu větrání.

3.3. Měřené veličiny

Schéma zapojení je naznačeno na obr. 4. Srdcem měření je datová ústředna Almemo spojená datovým kabelem s počítačem. Ústředna zaznamenává všechna měřená data v 5 minutovém intervalu.



Obr. 4 Schéma zapojení měření

0 až 9 - čidla teploty, M0 - čidlo venkovního luxmetru, M1 - čidlo vnitřního luxmetru, M2, M4 - čidla tepelného toku, M5 - napětí na FV panelu, M6 - proud na FV panelu

V objektu je rozmístěno 10 teplotních čidel. Některá jsou umístěna trvale, jiná podle potřeby přemísťují. Hodnoty denního osvětlení sledují dva luxmetry. Vnější

čidlo je umístěno na nejvyšším místě instalace, kryto skleněnou bání. Čidlo vnitřního luxmetru je umístěno vprostřed dispozice v poměrové výšce 85 cm nad podlahou, tedy v místě hodnocení pro kancelářské místnosti. Poměrem těchto dvou hodnot po odečtení vlivu skleněné bane vnějšího čidla je získáván činitel denního osvětlení. Dále jsou v bedně umístěna dvě čidla měřící hodnoty prostupujícího tepelného toku. Jedno je instalováno na skle, druhé na podlaze. Poloha čidel se mění podle potřeby zjišťovaných dat.



Obr. 5 Převodníky napětí a proudu v fotovoltaickém panelu

Obr. 6 Fotovoltaická markýza



Obr. 7 Čidlo tepelného toku přilepené na skle

Obr. 8 Vnější čidlo luxmetru

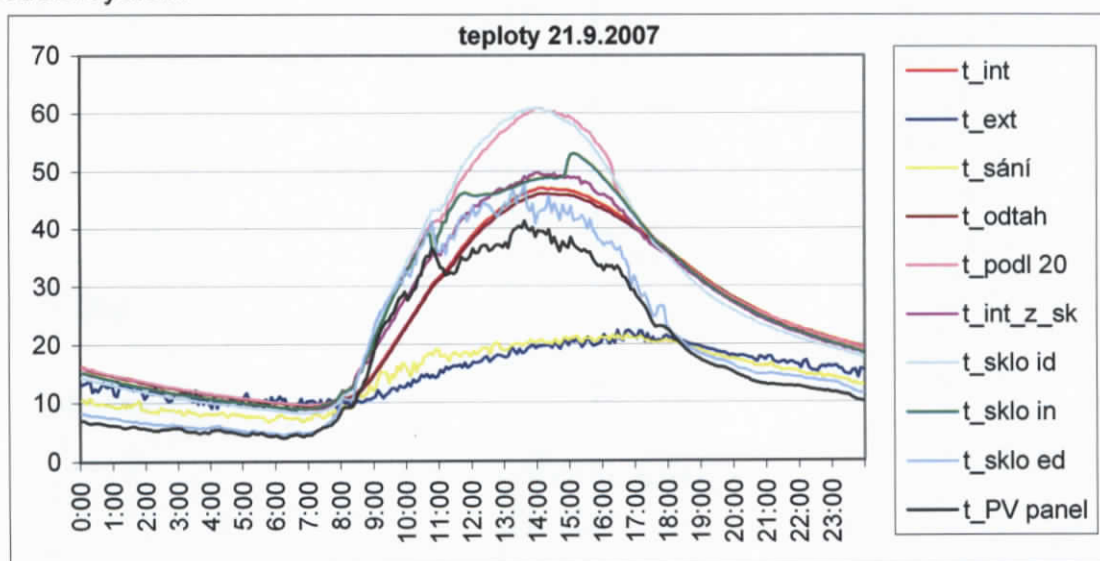
Malý fotovoltaický systém se skládá z FV panelu a malého DC/AC střídače s MPP (maximum power point) trackingem. Toto zařízení kromě konverze stejnosměrného proudu na střídavý vyhledává bod maximálního výkonu, v němž by měl celý systém pracovat. Před střídačem, stále ještě na DC straně jsou vřazeny převod-

níky proudu a napětí, z nichž získávám aktuální hodnoty těchto veličin pro datovou ústřednu. Z měření na vedlejší velké FV instalaci [4] jsou získávána data globálního slunečního záření na vodorovnou rovinu, která jsou dále podle potřeby přepočítávána.

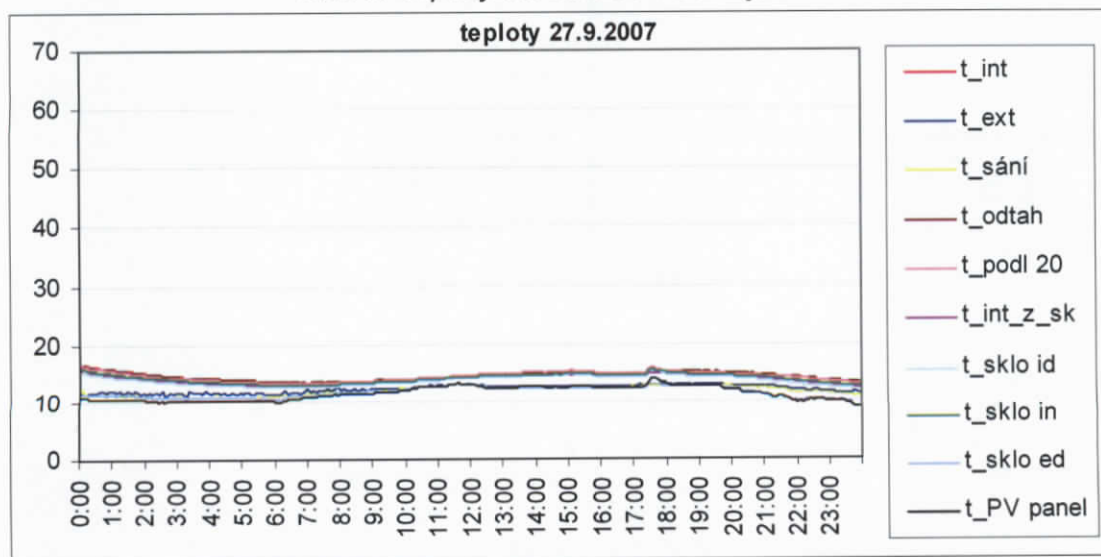
3.4. Výstupy

Měření probíhá od poloviny srpna 2007. Nyní je projekt ve fázi sběru dat a teoretické přípravy na analytické hodnocení a vytváření dynamických simulací dějů odehrávající se uvnitř instalace. K těmto účelům bude používáno především nástroje ESP-r. Naměřená data poslouží jako validační kontrola k výsledkům simulací a zároveň i jako podklad ke správnému „naladění“ simulačních nástrojů a bližšímu pochopení souvislostí zejména letního přehřívání.

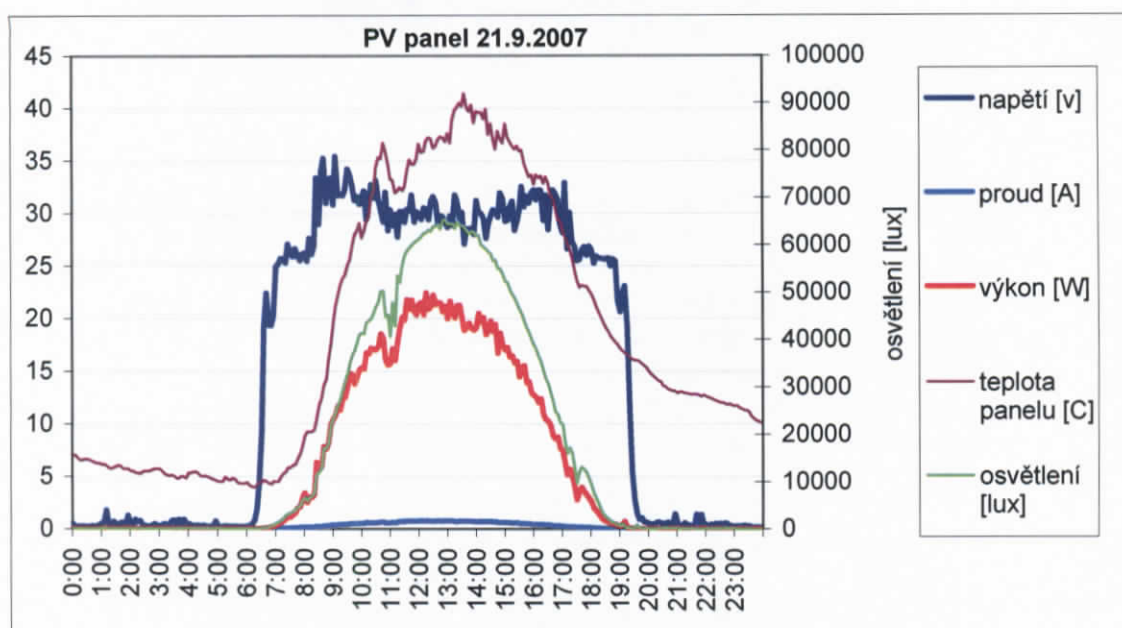
Následující grafy uvádím jako ukázkou měřených hodnot a porovnání dvou odlišných dní 21.9. – jasno, 27.9. – zataženo. V oba dva dny byl po celých 24 hodin zapnutý větrací systém.



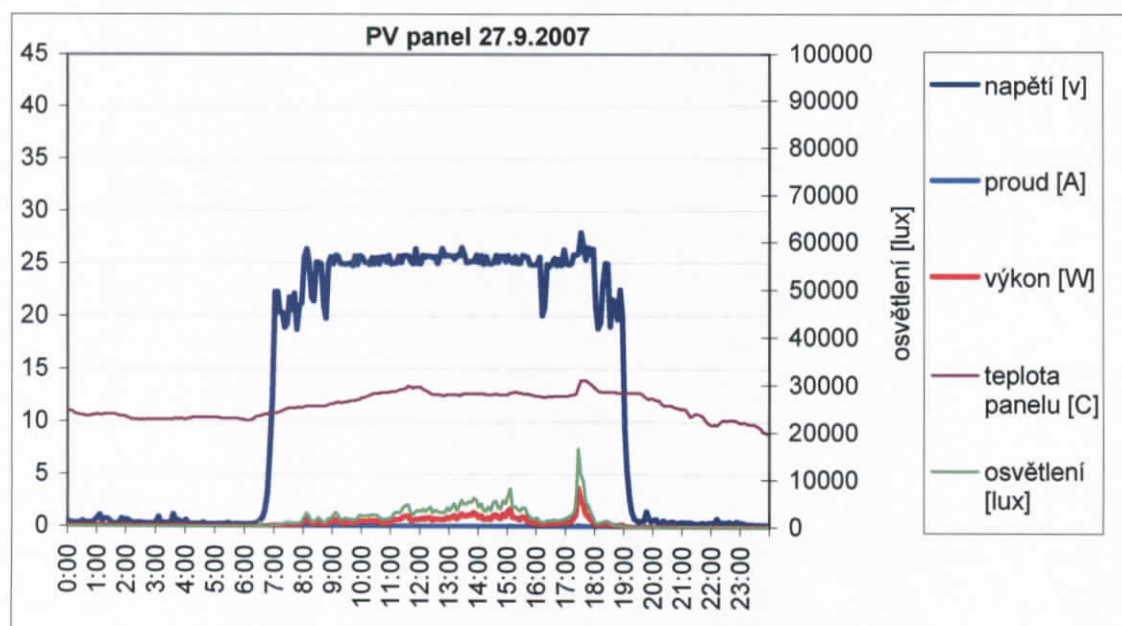
Obr. 9: Teploty na čidlech 21.9. – jasno



Obr. 10 Teploty na čidlech 27. 9. – zataženo



Obr. 11 Hodnoty na FV panelu 21. 9. – jasno



Obr. 12 Hodnoty na FV panelu 27. 9. – zataženo

4. Závěr

Použití fotovoltaiky do stínícího systému je vesměs vnímáno pozitivně jako logická integrace „nového“ stavebního materiálu do budovy, jelikož zde zastává kromě ekologické výroby el. energie i jiné důležité funkce. K úspěšnému začleňování fotovoltaických prvků do budovy je zapotřebí inovativních výrobků, konceptů a technologií vznikajících na mezioborové úrovni a spolupráci – „integrated design“. Jedině pokud jsou naplněny technické a zároveň estetické potřeby, pak se mohou fotovoltaické systémy integrované do budov uplatnit.

5. Literatura

- [1] HAGEMANN, I.B.: *Gebäudeintegrierte Photovoltaik*, Müller, Köln, 2002
- [2] DUFFIE, J.A, BACKMAN, W.A.: *Solar Engineering of thermal processes, second edition*, Willey-Interscience, June 1991
- [3] ISES: *Solar Energy – the state of the art*, published by James & James, London, 2001
- [4] <http://fotovoltaika.fsv.cvut.cz>

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ 04 CEZ MSM 6840770005 Udržitelná výstavba. Experimentální zařízení bylo realizováno s podporou IGS ČVUT 2007.

ŠIRŠÍ SOUVISLOSTI REGENERACE BROWNFIELDS Z POHLEDU ZAHRADNÍ A KRAJINÁŘSKÉ ARCHITEKTURY

Petra Žerebáková

Abstract

The contribution is focused on wider relation of regeneration of brownfields in the sphere of sustainable development, urban planning, landscape architecture and participatory planning.

Keywords: brownfields, sustainable development, landscape architecture, ecology, ecological, ecosystem.

Definice

Brownfields

Brownfield je plocha, která byla v minulosti využívána pro průmyslovou, zemědělskou, stavební nebo jinou činnost a mohla by být v následku této nebo předchozí činnosti kontaminována (ekologická zátěž) či jinak zdevastována, což snižuje její atraktivitu pro budoucí využití. Může se jednat například o zcela nebo jen z části opuštěné průmyslové areály, staré zemědělské objekty, nevyužívané drážní pozemky, bývalé vojenské prostory, vybydlené obytné čtvrti apod.[3]

Trvale-udržitelný rozvoj

„Udržitelný rozvoj je takovým rozvojem, který zajistí naplnění potřeb současných generací, aniž by ohrozil schopnost naplňovat je i generacím příštím, a byl využíván na úkor jiných národů.“ [1] Mezi hlavní cíle trvale udržitelného rozvoje patří zachování životního prostředí v co nejméně pozměněné podobě.

Zahradní a krajinářská architektura

Zahradní a krajinářská architektura je tvořivou syntézou umění, sociálních věd, biologie, ekologie, techniky, technologie a ekonomiky. Její podstatou je funkční a estetické formování prostorů sídel a krajiny. V sídlech se zaměřuje na navrhování a obohacování urbánních prostorů prvky zeleně, vody, drobné architektury, umění, funkčního a programového zařízení. Jedná se především o tvorbu zahrad a parků, dotváření ulic, náměstí, nábřeží, obytných i výrobních zón sídel s akcentem na jejich estetickou, obytnou, rekreační a ekologickou funkci. Předmětem činnosti je i dotváření interiérů pomocí rostlin[6].

Ekologie

S pojmem ekologie se v historii biologických poprvé setkáváme v roce 1869, kdy německý filozof a biolog Erns Haeckel tuto vědu definoval jako vědu o vztazích organismů k okolnímu světu. Zhruba o sto let později byla ekologie vnímána jako věda o struktuře a funkci přírody. V současné době se nejčastěji používá definice, že ekologie je věda o vztazích mezi organismy a jejich prostředím.

Věda zkoumající vzájemné vztahy mezi organismy a jejich prostředím, věda o souvislostech v přírodě, studiu vnitřní struktury a funkce přírody, nauka o ekosysté-

mech. Dnes velmi populární slovo, které se často uvádí v nesprávných až mylných a zavádějících souvislostech.

Slovo Ekologie vzniklo z řeckého slova oikos - prostředí, dům, domácnost, které le příponou ke slovu logos - věda [4].

Ekologický

Slovo se používá v mnoha spojeních a význam může znamenat více věcí v různých oborech. Obecně ekologický je to, co je v souladu s přirozenými životními podmínkami, co respektuje přírodní zákonitosti, nebo také vztahující se k životnímu prostředí [5].

Ekosystém

Funkční soustava živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase.

V naší přírodě se nacházejí dva typy ekosystému:

přírozený - přirozený přírodní ekosystém s minimálními nebo žádnými zásahy člověka. Druhově bohaté území s nižší produkcí. Jsou schopné autoregulace a vývoje, při částečném porušení mají možnost obnovy.

umělý - dnes převažující typ ekosystému. Vznikl zásahem člověka. Lze mezi ně zařadit pole, louky, zahrady, parky, lesy, rybníky, přehrady, akvária... Druhově méně početné, proto nestabilní, snadno narušitelné, nejsou schopny autoregulace [4].

Určení strategie

Regenerace brownfields je obvykle složitá otázka, která zasahuje plně do všech sfér územního plánování, ochrany přírody i kulturního dědictví, stejně tak jako do oblastí sociálně-kulturních až filosofických. Diskuze o využití opuštěných objektů či celých územích je na místě, ovšem zde je nutné skloubit dohromady staré s novým, což ne vždy znamená oblast památek, ale také ekologických zátěží, nekvalitních staveb či problematických dispozic, ať už fyzických či sociálních.

Základním krokem všech by mělo být, jako u každého projektu, definice jeho cílů, dohoda na způsobu jejich dosažení a tu pak při jejich řešení a realizaci dodržovat. Taktéž zpětná vazba je velmi přínosná jak pro samotný projekt a lokalitu, tak i pro projekty budoucí a celý region [3]. Plán má obvykle několik časových úrovní, krátkodobé a dlouhodobé úkoly, přičemž analýza realizovaných krátkodobých úkolů může přispět k upřesnění či úpravě těch dlouhodobých [11].

Od lokálního po globální, mezioborová spolupráce

V dnešní době specializací a nano-technologií se často stává, zejména u lokálních projektů, že se opomine řešit jejich celkový dopad v dlouhodobém horizontu, a to nejen na životní prostředí, přírodní zdroje, regionální souvislosti, ale i na místní život, místní komunitu, tradici či na další odvětví, která jsou svázaná s daným místem a s jejím novým využitím.

Pokud chceme předejít problémům v budoucnosti, mezioborová spolupráce a spolupráce s místními obyvateli je základní podmínkou k řešení jakéhokoliv projektu, tedy včetně regenerace či transformace brownfields [11] [3].

Soulad s trvale udržitelným rozvojem území

Jedna z teorií trvale-udržitelného rozvoje týkající se rozvoje sídel je teorie inteligentního urbanismu [2]. Ta definuje deset principů, jež pokrývají ekologickou, historicko-kulturní, technickou, sociologickou, ekonomickou a legislativní stránku společnosti. Jako výsledek práce profesionálů v oblasti územního plánování a zároveň asijské filosofie tvorby životního prostředí, která je s porovnáním se „západní“ více emotivní, spirituální a diagramatická. Zabývá se také otázkou lidskosti, zajištění kvality života, zdravého prostředí a souvislostmi, jež daleko převyšují lidský svět...

1. Soulad s přírodou
2. Soulad s tradicí
3. Přiměřená technologie
4. Společenská
 - Místo pro jednotlivce (místo pro meditaci, pro vlastní introspekci, individuální „zrání“)
 - Místo pro družbu (sociální interakci)
 - Místo pro domácnosti
 - Místo pro sousedství (rezidenční čtvrtě)
 - Místo pro komunitu
 - Místo s (pro) městskou dominantou
5. Hospodárnost (efektivnost)
6. Lidské měřítko
7. Místo příležitostí
8. Regionální sjednocení (integrace)
9. Vyvážená doprava (přeprava)
10. Institucionální začlenění

Těchto deset principů je použitelných nejen na plánování rozvoje sídla ale i na menší měřítko, na jednotlivé projekty. V České republice k tomu je připravený systém ukotvený v legislativě, o který je možné se opírat, avšak snaha či dostatek informací a to jak ze strany místní samosprávy tak ze strany řešitelů projektů. Patří k němu např. využívání rozborových a rozvojových dokumentů, pravomoci místních samospráv, možnosti financování z nejrůznějších fondů (včetně těch, které překračují hranice státu), v neposlední řadě i kulturně společenská tradice české společnosti.

Z hlediska zahradního architekta a regenerace území brownfields lze tento systém vidět například v dokumentech jako

- územně analytické podklady [7], které slouží pro seznámení se s limity či naopak potenciály řešeného území (mezi další odborné podklady patří např. plán ÚSES, Ptačí oblasti, Evropsky významné lokality, architektonické a urbanistické regulativy či technologické regulativy zpracované v rámci památkově chráněných území)
- územně plánovací dokumentace [7], které ovšem zatím ne vždy splňují současné představy o udržitelném rozvoji sídla či územního celku
- rozvojové dokumenty [9]
- v jejich akčních plánech jako např. plán koncepce zeleně, koncepce veřejných prostranství, koncepce odpadového hospodářství, koncepce integrované dopravy, koncepce hospodaření a ekonomiky, regionální společenská etiketa (architektonická, vzdělávací, kulturní, podnikatelská, zdravotní...), koncepce komunikace s veřejností, koncepce regionální integrace [9][14][15]

Místní podmínky

Kromě základního seznámení se s územně analytickými podklady je důležité se seznámit s místními podmínkami na dalších úrovních, které se ne vždy dají popsat v dokumentaci předepsané zákonem.

Jedním ze základních principů je návštěva vlastní lokality a strávit v ní „nějaký čas“ (což bohužel v praxi vůbec není samozřejmostí) a vlastní zkušenost pak zkombinovat s informacemi získané z územně plánovací dokumentace a ve finále je vyhodnotit a zpracovat do návrhu.

V případě řešení např. bývalých vojenských areálů v krajině tato návštěva může architektovi odhalit, co ve skutečnosti znamená onen lokální biokoridor či památná alej v sousedství a může mít konkrétnější představu o možnosti napojení či narušení stávajících ekosystémů. Neopomenutelný je také fakt na vlastní oči zažít např. kompoziční souvislosti s obcí v sousedství, které mohou být začleněny do nového plánu využití areálu, jeho funkční a prostorové organizace, včetně umístění cest, budov, ploch zeleně atd.

Kromě vlastní návštěvy, se toto odehrává při osobním zpracování průzkumů v terénu a účasti se veřejných projednávání a diskuzí s místními obyvateli. Takto je možné seznámit se s lokalitou z jiného pohledu, objevit vnitřní vztahy dané lokality, jaký je potenciál např. v místních lidských zdrojích a dost často se objeví i nové vazby, které v dokumentaci nejsou popsány.

Jak již bylo naznačeno dalším dobrým způsobem jak pochopit řešené území je zapojení veřejnosti do projektů. Zapojení neznámá pouze konzultace či představení výsledného záměru, ale přizvání všech „hráčů“ kteří jsou s řešeným územím spojeni (tedy kromě residentů i místních firem, sdruženích, spolků, škol a samozřejmě správních a poradních orgánů) a jejich zapojení do projektu od počátku, interakční komunikace s nimi při jeho zpracovávání. Pro budoucnost je zde tímto větší šance pozitivního přijetí realizace projektu, včetně jeho zapojení do stávajících systémů. Projekt se v této dimenzi stává věcí veřejnou, demokratickou a s cílem vzájemného konsensu a má naději na dlouhodobě úspěšnou a ke svému okolí šetrnou či dokonce prospěšnou realizaci. [3][10][11]

Zdroje a odkazy

- [1] trvale-udržitelný rozvoj: česká definice vychází ze zprávy Komise OSN pro životní prostředí a rozvoj (tzv. Zpráva Brundtlandové) z r. 1987
- [2] BENNINGER.C (2001): "Principles of Intelligent Urbanism," in Ekistics, Volume 69, Number 412, pp. 39 -65, Athens at Principy inteligentního urbanismu http://en.wikipedia.org/wiki/Principles_of_Intelligent_Urbanism
- [3] ŽEREBÁKOVÁ P., ŠINDELÁŘ J., KUČTA L., DELPHA PLUS s.r.o.: „Nadnárodní rozvojová studie – využití bývalých vojenských a průmyslových areálů, Projekt MISTER, INTERREG IIIB, program CADSES - pilotní projekt Velká Hleďsebe - Klimentov: Průzkum v oblasti bio-architektury“ 2007, Karlovy Vary, incl. HORNÝ J., HANSON IV, H.W.A.: posudek „Průzkum v oblasti bio-architektury“, 2007, Praha
- [4] <http://www.priroda.cz/> ISSN 1801-2787

- [5] ABZ.cz: slovník cizích slov <http://slovník-cizich-slov.abz.cz>
- [6] MZLU Brno, ZF Lednice http://www.zf.mendelu.cz/studium/obor_zaka.htm
- [7] Stavební zákon č.183/2006 Sb., Vyhláška 500/2006 Sb. Veřejná databáze ČSÚ:
http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/csu_a_uzemne_analyticke_podklady_za_o_bce_ceske_republiky
- [8] zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny - ÚSES
- [9] RIS (regionální informační servis) rozvojové dokumenty -
<http://www.risy.cz/index.php?pid=202&sid=1004&mid=381>
- [10] DAY, Christopher.: Duch a místo, ERA, Brno, 2004
- [11] PPS a Nadace Partnerství: Utváření místa, Brno, 2003
- [12] PPS (Project for public spaces) <http://www.pps.org/>
- [13] THOMAS, Randall.: Sustainable urban design, SPON PRESS, 2003
- [14] City of Copenhagen; Copenhagen Urban Space Action Plan, The technical and Environmental Administration 2006, www.vejpark.kk.dk
- [15] Public Spaces – Public Life: International conference and study tour: 28.–30.9. 2006, at the Royal Danish Academy of Fine Arts, Copenhagen.
<http://www.karch.dk/english/research/centre/cpsr/conferences.html>
- [16] CPSR: Centre for Public Space Research
<http://www.karch.dk/english/research/centre/cpsr/frame.html>
- [17] GEHL, Jan, GEMZØE, Lars.: Nové městské prostory, Era, Brno, 2002
- [18] GEHL, Jan: Život mezi budovami, Nadace Partnerství, Brno, 2000
- [19] HNILIČKA, Pavel: Sídlní kaše, Era, Brno, 2005
- [20] HRŮZA, Jiří: Charty moderního urbanismu, AGORA, Praha, 2002

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

CHARAKTERISTIKA DOPRAVNÍHO PROVOZU **Z PROFILOVÝCH MĚŘENÍ**

Petr Slabý

Abstract

The possibilities of the profile measurements are limited not only due to the measuring equipment but mainly from the point of view of their representativeness for the road network. Future of the road traffic monitoring is based on profile measurements. The models of the distribution of velocities, intensities, compositions, distances between vehicles, evaluation of the real state for example from the point of view of safe distance and allowable speed are disposable here.

1. Sestava parametrů z profilových měření

V současné době probíhají v ČR četné dopravní průzkumy, založené na měření v profilu – nejčtenější jsou měření v rámci projektu /1 / event. na síti stálých měřicích stanic správce silniční sítě (ŘSD) event. dalších /např.2/ , Tato měření jsou zaměřena obvykle na získání obvyklé sestavy parametrů: rychlost, intenzita a skladba dopravního proudu. V další části jsou uvedeny dílčí výsledky ze sestavy cca 100 měřicích profilů, umístěných na dvoupruhových komunikacích I. a II. třídy a MK, a které jsou reprezentovány 4hodinovým měřením

Z hlediska objektivnosti záznamu skutečného dopravního provozu jsou nejobjektivnější prostorově-časová sledování jednotlivých dopravních proudů. Jejich základem by měl být fundamentální diagram: intenzita-rychlost-hustota. To je dosažitelné maximum.

Z hlediska profilových měření se jedná vždy pouze o profilový snímek, který můžeme pokládat za určitý odhad chování dopravního proudu po dráze (sestava intenzita-rychlost-obsazenost).

Stejně tak můžeme pojmout objektivnost záznamu skutečného provozu tak, že by měla být zachycena komplexní sestava ukazatelů komunikace i provozu tj.: kapacita – bezpečnost – plynulost.

Za tím účelem to znamená vytvořit potřebné-srozumitelné parametry: např.

- „kapacita“ suplovaná koeficientem vytížení (saturace) jako poměru skutečné intenzity ke kapacitě, výskyt kolon (% trní podíl) apod.
- „bezpečnost“, podílem vyšších rychlostí než je dovolená, parametrem „bezpečné vzdálenosti“ jako funkci rychlosti,
- „plynulost“ na příklad parametrem, odvozeným ze základních statistických charakteristik (+variační koeficient).

Problematika profilových ukazatelů bezpečnosti provozu je sledována již několik let mj. i ve výzkumu ČVUT Praha. Sledování bezpečnostních parametrů má perspektivní význam při očekávaném zapojení telematiky do systému bezpečnosti. Umožňuje nejen sledovat, vyhodnocovat, ale přímo komunikovat a informovat účastníky silničního provozu.

Petr Slabý, Doc., Ing., CSc.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra silničních staveb

Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice

tel.: 224 354 416, fax.: 224 311 085, e-mail: slaby@fsv.cvut.cz

2. Kapacita a kvalita provozu

Kapacita vždy souvisí s komfortem-kvalitou pohybu dopravního proudu. Tento komfort lze vyjádřit rychlostí dopravních proudů, nebo komplexnějším ukazatelem tzv. funkční úrovně provozu, respektive úrovněmi kvality dopravy UKD (označované jako A až F – viz ČSN).

Parametr hustoty je v profilových měřeních suplován parametrem obsazenosti – bodovou hustotou. V následující tabulce jsou charakterizovány jednotlivé stupně UKD v závislosti na charakteristice mezní – nejvyšší hustoty.

UKD		Hustota dopravy, resp. obsazenost detektoru (voz/km)
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	velmi dobrá	≤ 5
B	Dobrá	≤ 12
C	Uspokojivá	≤ 20
D	Dostatečná	≤ 30
E	Nestabilní	≤ 40
F	Nevyhovující	> 40

Tab. 1: Mezní hodnoty hustoty dopravy pro jednotlivé úrovně kvality

3. Ukazatelé bezpečnosti provozu

Silniční provoz je komplexně posuzován z hlediska kapacity, plynulosti a bezpečnosti. Kapacita je max. množství vozidel v profilu za určité období, podmínek kvality a bezpečnosti. Proto je parametr minimálního délkového odstupu vlastně velmi důležitou, základní hodnotou pro výpočet výkonnosti – kapacity úseku komunikace. Zvýší-li se intenzita silničního provozu natolik, že vozidla jezdí s minimálními časovými odstupy, dochází ke vzniku kolon a následně ke ztrátám výkonnosti komunikace.

Pohyb vozidel v kolonách je specifickým druhem pohybu dopravního proudu. Řidič vozidla jedoucího v koloně je navíc ovlivňován řidičem vozidla jedoucího před ním a zároveň se musí spoléhat na bezpečnou jízdu řidiče jedoucího za ním. Bezpečná jízda dvou za sebou jedoucích vozidel je dána zjednodušeným schématem: brzdná dráha 2. vozidla + bezpečný odstup při stání + délka 2. vozidla = brzdná dráha 1. vozidla + minimální odstup za jízdy

Hledisko bezpečnosti pohybu vozidel v koloně je zohledněno tehdy, jestliže při brždění libovolného vozidla nevzniká pro žádné následné vozidlo nebezpečná situace (případ nárazu). V provozu se však nelze spoléhat na stejné reakční doby a délky brždění všech řidičů. V praxi jsou tyto hodnoty závislé na řadě faktorů: např. jízda v koloně a vyšších rychlostech zbystřuje pozornost řidiče, opatrnější jízda za nákladním vozidlem atd. Z tohoto důvodu vznikly různými autory rozdílné vzorce pro výpočet bezpečnostního odstupu. Zjednodušeně můžeme použít tyto dva typy výpočtu bezpečnostního odstupu:

$$l_{bezp} = \frac{v}{2} \dots \text{poloviční TACHO odstup (1,8s odstup)}$$

$$l_{bezp} = \left(\frac{v}{10}\right)^2 \dots \text{kvadratický TACHO odstup}$$

Dalším parametrem ovlivňujícím bezpečnost je rychlost vozidel. Vyšší rychlost vede s větší pravděpodobností ke vzniku dopravních nehod. Podílí se na tom vyšší nároky na soustředěnost řidičů, na technický stav vozidel a na stav pozemních komunikací. Při vyšší rychlosti se prodlužují brzdné dráhy vozidel. Také následky dopravních nehod jsou závažnější při vyšších rychlostech. Na vznik dopravní nehody má často vliv i značný rozdíl v rychlosti jízdy jednotlivých účastníků silničního provozu. V této oblasti se zaměříme na definování ukazatele bezpečnosti provozu. Tento ukazatel, jako rizikový faktor, je možné vyjádřit jednak pomocí skutečných dopravních nehod a jejich analýzy a prognózování v plánovaných sítích. Tento přístup, nazýváme jako „makroskopický“, vychází z analýz skutečných dopravních nehod v konkrétních dopravních a stavebních podmínkách. Záměrem bude stanovit určité „nehodovostní - bezpečnostní“ ukazatele pro typické podmínky. Se změnou podmínek pak usuzovat – prognózovat na změnu bezpečnosti sítě. Nevýhodou je nekompatibilita databází od správce komunikací a dopravní nehodovosti stejně jako jejich různé časové základny podkladů.

Druhým přístupem k hodnocení bezpečnosti-rizikovosti provozu a sítě je přístup „mikroskopický“. Tento přístup je založen na přímém sledování provozu v konkrétních stavebních a dopravních podmínkách tj. je založen na provádění přímých dopravních průzkumů. Průzkumy jsou známy pod názvem „sledování konfliktních situací“, provádějí-li se manuálně, pak vyžadují vyškolený měřicí personál. Jejich výhodou je zjištění aktuálního objektivního stavu provozu i komunikace, navíc ve srovnatelném čase.

Do tohoto přístupu spadá i sledování konfliktních situací pomocí automatických dopravních měření. Tato měření jsou založena na podrobném profilovém sledování průjezdů vozidel pomocí měřicí aparatury- dopravního detektoru-analyzátoru dopravního proudu. Toto zařízení v provedení aparatury MARKSMAN 400 nebo SR 4 je ve vybavení katedry. Pro klasifikaci dopravních stavů je to perspektivní způsob, do budoucna se předpokládá s radikálním posílením telematiky v dopravním inženýrství. Základní složkou tohoto systému je právě profilové sledování. Z těchto sledování lze pomocí vytvořených a automaticky vyhodnotitelných parametrů určit stupeň dopravního provozu i bezpečnosti. Znamená to předpokládat systém komplexního sběru dat o dopravě v komunikační síti. Stanovením limitů pro parametry zatížení, rychlosti a bezpečnosti lze komplexně posuzovat stav dopravy v síti.

Jako hlavní profilový ukazatel bezpečnosti volíme ukazatel bezpečného odstupu vozidel v daných rychlostních poměrech. Tento záměr je podpořen odhadem vývoje v dopravní praxi, se stále se zvyšujícím používáním kontrolních radarů i navigačních systémů. Problémem zde je ovlivňovat chování řidičů, resp. kalibrovat jejich subjektivní odhady.

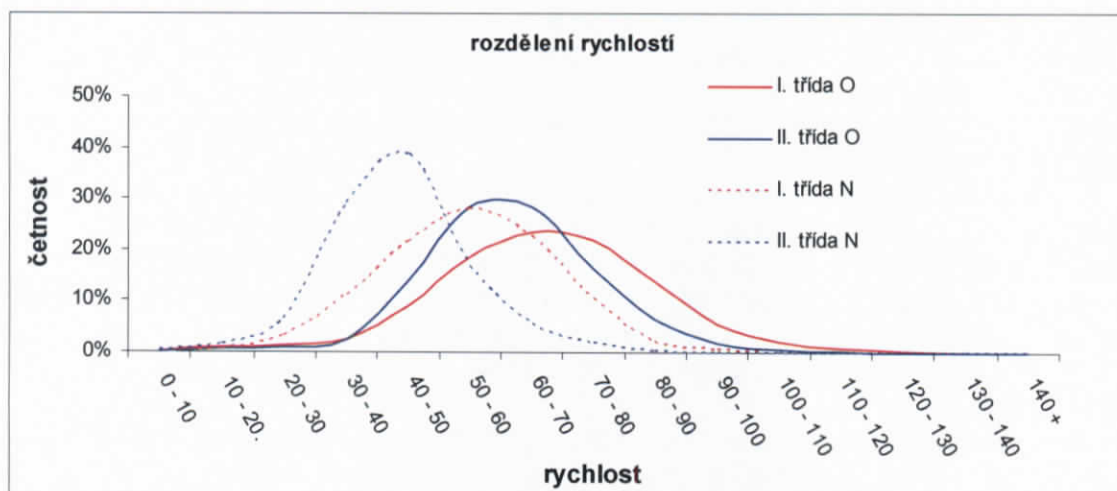
Jak již bylo zmíněno, parametr rychlosti, odstupu vozidel, intenzity atd. lze jednoduše z profilového sledování získat. Výše zmíněnými nástroji, porovnáním parametrů a vzájemné vazby mezi nimi lze na konkrétních profilech vysledovat výši bezpečnosti silničního provozu

4. Vliv stavebních a dopravních podmínek

Jen pro představu možností a objektivnosti profilových měření si dále ukážeme schopnost diferencovat provoz na I. a II. třídách, čili vliv stavebních podmínek. Na následujícím Obr. 1 je toto srovnání provedeno v parametru rychlostí a zvlášť pro osobní (O) a nákladní (N) vozidla.

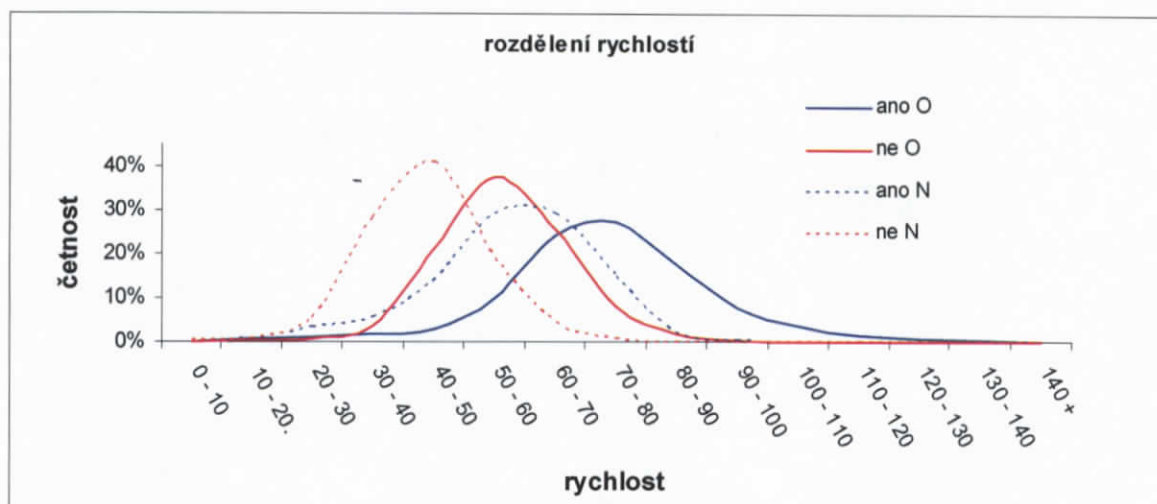
	V prům.			V 85		
	rozsah [km/hod]	průměr [km/hod]	směrodatná odchylka	rozsah [km/hod]	průměr [km/hod]	směrodatná odchylka
I. třída	50 - 90	65	11,5	60 - 110	75	13,7
II. třída	40 - 80	60	8,4	50 - 90	70	9,2

Tab. 2: Rozdělení rychlostí podle třídy komunikace



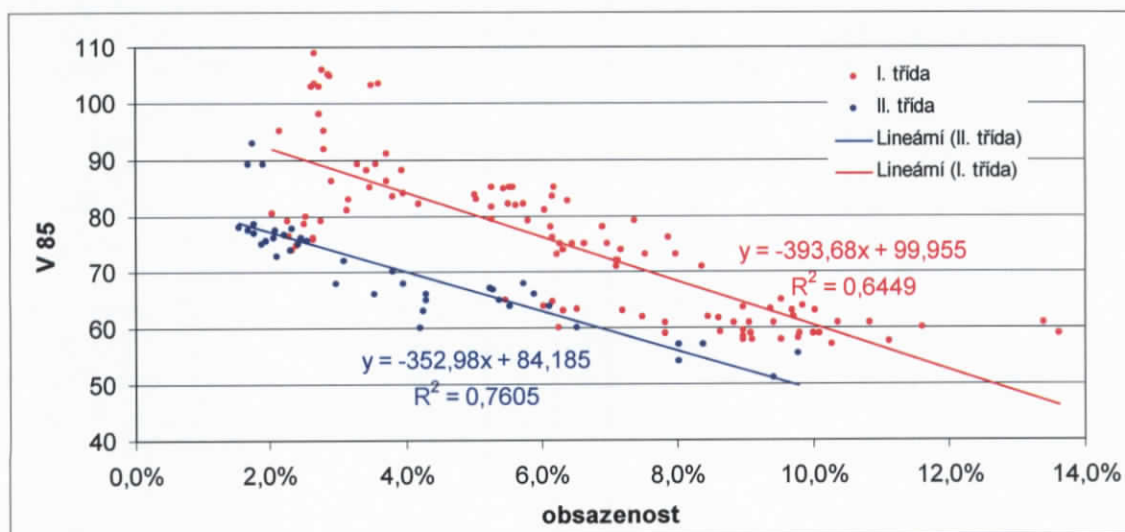
Obr. 1: Rozdílné rychlostní poměry na silnicích I. a II. tříd

Vliv odlišných provozních podmínek tj. podle možnosti předjíždět ukazuje Obr. 2, kde „ano“ jsou úseky s možností předjíždět a „ne“ bez možnosti předjíždět, diferencovaně pro osobní (O) a nákladní (N) vozidla.



Obr. 2: Rozdílné rychlostní poměry na silnicích I. a II. tříd

Celkovou situaci rozdílných provozů na I. a II. třídách ukazuje Obr. 3, což je obdoba tzv. fundamentálního diagramu dopravního proudu. Tato dvojice kvality (rychlost) a kvantity (obsazenost) je komplexním profilovým obrazem dopravního provozu.



Obr. 3: Vztah profilové rychlosti (85% vozidel jede nižší rychlostí) a bodové hustoty – obsazenosti

Vyhodnocení profilového ukazatele bezpečnosti udává následující tabulka a to opět pro skupinu I. a II. tříd. Jako ukazatel bezpečnosti je zde uveden odstup vozidel – pro tyto účely byly vyloučeny vozidla s odstupem větším jak trojnásobek TACHO tj. trojnásobek skutečné jízdní rychlosti. Naopak odděleně jsou vyhodnoceny kolony, což je shluk min. 5 vozidel s odstupem menším jak 5 sekund. Z tabulky je jednak zřejmé, že kritéria 2 sekundového odstupu (tak jak je propagován na stránkách BESIPU MDČR) a logičtějšího kritéria polovičního TACHO (1/2 T) dávají podobné výsledky o stavu dodržování tohoto odstupu v reálu. Dále je evidentní, že se na II.

třídách jezdí relativně bezpečněji o cca 10%. Naopak údaje za kolony ukazují na podmínky nebezpečné jízdy, oproti celému proudu přibližně dvojnásobně.

Nedostatečný	odstup vozidel L < 3		odstup vozidel v	
	Tacho		koloně	
	Odstup			
	2 s	1/2 T	2 s	1/2 T
	[%]	[%]	[%]	[%]
I. třída	33,8	31,0	62,6	57,6
II. třída	24,2	22,2	58,0	53,5

Tab. 3: Odstupy vozidel

5. Závěry, doporučení

Cílem příspěvku bylo především upozornit na celkové možnosti profilových měření. V současné době a především v budoucnu se totiž bude jednat o nejfrekvencovanější způsob sledování dopravního provozu. Z hlediska objektivnosti by tato měření měla být vyhodnocena v komplexní sestavě profilových parametrů. Jejich reprezentativnost pro úsek komunikace souvisí s citlivou volbou jejich polohy v silniční síti.

Problematická je rovněž kampaň BESIPU, založená na 2sekundovém odstupu. Z praxe je zřejmé, že řidič v provozu citlivěji a přirozeněji vnímá hustotu oproti intenzitě provozu, což aplikováno na náš problém znamená, že vhodnější je kontrola TACHO/2 než stopování rozdílu času (jednoduchý princip: jedu 60 = mám mít odstup 30 je přijatelnější zásada, než zásada provádění odhadu průjezdů dvou vozidel, tj. mého a předcházejícího zvoleným profilem) přičemž je zde i negativní vliv odvádění pozornosti řidiče při sledování polohy měřeného profilu.

Sledování ve stálé sestavě měřících stanovišť v rámci /1/ umožňuje nejen sledovat vývoj dopravních podmínek v čase, ale je cenným podkladem i pro kalibrování různých simulačních modelů dopravních proudů, což je perspektivní cesta modelování silniční sítě. Konkrétní výsledky dílčího vyhodnocení, uvedené v tomto článku, konkretizují parametry a nastavují srovnání pro obdobná měření / 3 /.

Závěrem si dovoluji určitý povzdech nad současnou situací v ČR, kdy neexistuje centrální přehled o prováděných dopravních měřeních na různých místech silniční sítě, prováděných pro specifické cíle a navíc obvykle na státní zakázku. Zřízení centrální databanky provozních ukazatelů pro jednotlivé typy komunikací by bylo velice cenné.

6. Literatura

/1 / Projekty MDČR „ 1F54L/050- Česká observatoř bezpečnosti silničního provozu“ a VZ11136/34/04, Udržitelná výstavba, FSv ČVUT

/ 2 / Projekt MDČR 1 F45A/061/120 Metody zjišťování intenzit dopravy na pozemních komunikacích

/ 3 / Koncept diplomové práce J. Vyhnálek: Využití profilových měření na silniční síti, FSv ČVUT Praha, 2007

Poděkování

Článek byl zpracován za podpory projektu MDČR „ 1F54L/050- Česká observatoř bezpečnosti silničního provozu“ a VZ11136/34/04, Udržitelná výstavba, FSv ČVUT a bude v modifikované podobě zveřejněn v Silničním obzoru v příštím roce.

UDRŽITELNÝ ROZVOJ VE VÝSTAVBĚ V PRAXI ČR

Petr Jakubíček

Abstract

The article is about the conception of the sustainable development in ČR, especially about government's strategy of sustainable development with accent on the civil engineering. The article is written for the construction company workers, for the academicians and for the municipality workers' as argumentation's instrument to enforcement of their politics.

Mezinárodní vývoj udržitelného rozvoje

Termín udržitelný rozvoj byl poprvé použit ve zprávě Limity růstu z r. 1972 pro Římský klub (založen 1968), jehož mottem byla "Předpověď pro lidstvo". Postupem doby se udržitelný rozvoj stal novým rámcem strategie civilizačního rozvoje. Dnes vychází z klasické a široce přijaté definice Komise OSN pro životní prostředí a rozvoj z r. 1987, která považuje rozvoj za udržitelný tehdy, naplní-li potřeby současné generace, aniž by ohrozil možnosti naplnit potřeby generací příštích.

Obsah definice byl poté rozvíjen jednotlivými státy i v mezinárodním měřítku. Světový summit o udržitelném rozvoji v Johannesburgu 2002, zdůraznil, že cílem je takový rozvoj, který zajistí rovnováhu mezi třemi základními pilíři: sociálním, ekonomickým a environmentálním, jak symbolicky vyjádřilo jeho heslo "lidé, planeta, prosperita". Podstatou udržitelnosti je naplnění tří základních cílů:

- sociální rozvoj, který respektuje potřeby všech,
- účinná ochrana životního prostředí a šetrné využívání přírodních zdrojů a
- udržení vysoké a stabilní úrovně ekonomického růstu a zaměstnanosti.

Potřeba udržitelného rozvoje není vyvolána pouze environmentálními limity, ale také limity ekonomickými a sociálními, vyplývajícími ze zvyšujících se konkurenčních tlaků globální ekonomiky. Svědčí o tom i vývoj v Evropské unii (EU). Významným prvkem, který formuloval sociální a ekonomické priority EU, byl Lisabonský summit v březnu 2000. Na jarním summitu v Barceloně v březnu 2002 byla tato koncepce doplněna závěry předchozího summitu EU v Göteborgu (červen 2001), který přijal Strategii udržitelného rozvoje zaměřenou převážně environmentálním směrem. Lisabonský proces tak získal svou současnou podobu zdůrazňující potřeby rozvoje a vzájemné rovnováhy sociálního, ekonomického a environmentálního pilíře. Principem udržitelného rozvoje přitom není omezovat jednotlivé pilíře tak, aby se navzájem udržovaly v rovnováze a jeden nebyl preferován před druhým.

Vývoj udržitelného rozvoje v ČR

V reakci na závěry výše uvedeného Světového summitu o udržitelném rozvoji, který se konal 26. 8. - 4. 9. 2002 v Johannesburgu a s ohledem na potřebu jednotné koordinace problematiky udržitelného rozvoje v ČR, byla vládou (usnesení č. 778/2003) od 1. srpna 2003 zřízena Rada vlády pro udržitelný rozvoj.

Petr Jakubíček, Ing.

*ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra technologie staveb
Tháškova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice*

tel.: 605 942 921, fax.: 224 354 592, e-mail: petr.jakubicek@centrum.cz

Usnesení vlády č. 836 ze dne 6. srpna 2003 uložilo předsedovi Rady vlády pro udržitelný rozvoj předložit vládě návrh **Strategie udržitelného rozvoje České republiky**. Strategie byla schválena usnesením vlády č. 1242 ze dne 8. prosince 2004. Strategie je konsensuálním rámcem pro zpracování dalších materiálů koncepčního charakteru (sektorových politik či akčních programů) a je důležitým východiskem pro strategické rozhodování v rámci jednotlivých resortů i pro meziresortní spolupráci a spolupráci se zájmovými skupinami.

Základní časový horizont strategie je rok 2014, některé úvahy a cíle však míří až do r. 2030, případně i za tento rok podle povahy dané oblasti (například energetika). Strategie je zamýšlena jako dlouhodobý rámec i pro politické rozhodování v kontextu mezinárodních závazků, které ČR přijala či hodlá přijmout v souvislosti se svým členstvím v OSN, OECD a EU, ale s respektováním specifických podmínek a potřeb České republiky.

Strategické a dílčí cíle a nástroje Strategie udržitelného rozvoje ČR jsou formulovány tak, aby co nejvíce omezovaly nerovnováhu ve vzájemných vztazích mezi ekonomickým, environmentálním a sociálním pilířem udržitelnosti.

Samotné přijetí Strategie nepředstavuje zvýšení finančních požadavků na státní rozpočet. Strategie je širokým konsenzuálním rámcem pro zpracování dalších materiálů koncepčního charakteru (sektorových politik či akčních programů) a je východiskem pro strategické rozhodování v rámci jednotlivých resortů i pro meziresortní spolupráci a spolupráci se zájmovými skupinami, a proto lze konstatovat, že uvedené dopady budou vyvolány teprve realizací jednotlivých sektorových strategií, politik či jiných programových nástrojů.

Udržitelný rozvoj ve výstavbě v praxi ČR

V souvislosti s přijetím Strategie a v souladu s ní jsou i doporučení pro výstavbu a vytyčení problémových oblastí z hlediska udržitelného rozvoje ve výstavbě.

Ze **strategických cílů** Strategie se stavebnictví dotýkají zejména následující cíle:

1. rozvíjet a všestranně podporovat ekonomiku založenou na znalostech a dovednostech a zvyšovat konkurenceschopnost průmyslu, zemědělství a služeb;
2. zajistit stálý růst úrovně vzdělanosti ve společnosti, včetně vzdělanosti v kultuře, a tím zajišťovat konkurenceschopnost české společnosti;
3. podporovat rozvoj lidských zdrojů a dosáhnout maximální sociální soudržnosti;
4. systematicky podporovat recyklaci, včetně stavebních hmot (snižující exploataci krajiny a spotřebu importovaných surovin);
5. minimalizovat střety zájmů mezi hospodářskými aktivitami a ochranou životního prostředí a kulturního dědictví, hmotného i nehmotného;
6. podporovat udržitelný rozvoj obcí a regionů;

Strategické cíle pod body 1., 2. a 3. jsou zaměřeny zejména na odborné a vysoké školy stavební, které by měly nést odpovědnost za realizaci těchto cílů.

Bod 4. se pak obrací zejména na odpadové hospodářství a má potřebnou oporu v zákonu o odpadech.

bod 5. se z hlediska stavebního týká zejména staveb, u nichž je stavebním úřadem odbor životního prostředí či památkové péče, nebo alespoň k dané stavbě vydávají stanovisko.

Bod 6. pak vede k územnímu plánování obcí a regionů a vytváření integrovaných plánů rozvoje.

Za slabé stránky a rizika ČR z hlediska udržitelného rozvoje, které se dotýkají stavebnictví, jsou považovány tyto faktory:

- Nízká flexibilita trhu práce.
- Energetická náročnost tvorby HDP vyšší než ve státech EU-25 (téměř dvojnásobná).
- Vysoká materiálová náročnost tvorby HDP – rozdíl oproti EU-25 je ještě vyšší než v případě energetické náročnosti.
- Orientace nových investic na výstavbu „na zelené louce“ namísto na využívání zastavěných, ale již nevyužívaných ploch (brownfields).
- Nedostatečná (nevybudovaná, zastaralá nebo špatně udržovaná) vodohospodářská a energetická infrastruktura (inženýrské sítě, čistírny odpadních vod atd.) ve většině regionů ČR (např. Středočeský kraj včetně hl. m. Prahy).
- Téměř čtvrtina obyvatel (22,6 %) žije v domech, které nejsou napojeny na veřejnou kanalizaci; téměř 8 % vod vypouštěných do kanalizací není dále čištěno a několik stovek obcí nebo jejich částí velikosti nad 2000 ekvivalentních obyvatel dosud není vybaveno dostatečným systémem nakládání s odpadními vodami.
- Některé úseky vodních toků jsou dosud v kategorii „silně“ a „velmi silně znečištěná voda“, značná část významných vodních toků vykazuje zvýšené koncentrace specifických škodlivin anebo je mikrobiálně znečištěna a významně technicky upravena (regulace, kanalizace, napřimování apod.).
- Značný podíl vodních nádrží (včetně rybníků) trpí eutrofizací, jejímž důsledkem je významný sezónní rozvoj toxických řas a sinic, většina stojatých vod je mikrobiálně znečištěna a není vhodná ke koupání.
- Velmi nízká retenční schopnost krajiny zvyšující riziko povodní je důsledkem přetrvávajícího intenzivního zemědělského a lesního hospodaření a nakládání s vodními toky a nivy.
- Chybějící úseky dálnic a rychlostních silnic, absence silničních obchvatů obcí, nedostatečná údržba a nevyhovující stav dopravních cest, nedostatečné využití možností elektrické trakce v dopravě, nedostatečné využití kombinované dopravy.
- Neustálý růst přepravních výkonů silniční osobní i nákladní dopravy a pokles podílu železniční dopravy na celkových přepravních výkonech.
- Zahlcení dopravních komunikací v obcích a aglomeracích převážně těžkou nákladní a individuální automobilovou dopravou.
- Nedostatečně definovaný a podporovaný veřejný zájem kvalitní dopravní obslužnosti obcí a regionů, nerovné ekonomické podmínky pro hromadnou a individuální dopravu v důsledku nehranění externích nákladů přímými uživateli, nízký zájem o hromadnou dopravu mezi veřejností.

- Nedostatečná infrastruktura pro cestovní ruch z hlediska kvality. Nedocení kvality přírodního prostředí a harmonické krajiny jako atraktivity pro cestovní ruch.
- Nedokonalost institucionálního prostředí zejména z hlediska překážek v podnikání a nedostatečná rychlost rozhodování soudů.
- Zaostávání v oblasti informačních technologií.
- Krajinový ráz je doposud významně ovlivněn necitlivou lidskou činností, urbanizací a suburbanizací; péče o kulturní krajinu není dostatečná.
- Skládkování je stále nejrozšířenějším způsobem odstraňování odpadů (cca 20 % z celkové produkce). Nedostatečně se uplatňují systémy minimalizace, separace a následného materiálového využití odpadů.
- Zvyšování množství odpadu, především komunálního.
- Vysoký podíl obyvatel je vystaven nadměrnému hluku.
- Stále ještě vysoké měrné emise hlavního skleníkového plynu – oxidu uhličitého a vysoké měrné emise oxidu siřičitého a oxidů dusíku (na HDP).
- Lokální imisní zátěž oxidem dusičitým, suspendovanými částicemi frakce PM₁₀, polycyklickými aromatickými uhlovodíky (PAU) a těžkými kovy a plošnou imisní zátěž přízemním ozónem, zejména z automobilové dopravy.
- Nedostatečný podíl flexibilních forem organizace práce a nízká mobilita pracovní síly.
- Nízká provázanost regionální bytové politiky s potřebami mobility pracovní síly.
- Neexistující systém předvídání potřeby kvalifikovaných pracovníků.
- Odliv vysoce a středně kvalifikovaných pracovních sil s negativním dopadem na domácí sektory (výzkum a vývoj, zdravotnictví, informační technologie).
- Chybějící systém vzdělávání dospělých.
- Nízká úroveň praktických dovedností u absolventů odborného vzdělávání.

Za příležitosti pro udržitelný rozvoj ČR, které se dotýkají stavebnictví, je možno považovat zejména:

- Rozvoj trhu práce, zvýšení mobility a flexibility pracovní síly.
- Rozvoj vzdělávání, výzkumu a vývoje, zejména v technických oborech.
- Využití potenciálu aktivit k ochraně životního prostředí k technickým a technologickým inovacím (ekoefektivnost).
- Rozvoj sektoru služeb v žádoucích oborech (turistika, kultura, informatika), podpořený investičními pobídkami.
- Podpora rozvoje turistické infrastruktury, rozvoj agroturistiky.
- Růst úlohy informačních technologií ve společnosti.
- Průchod transevropských multimodálních koridorů přes území ČR šetrných k životnímu prostředí a lidskému zdraví.
- Kvalitativní i kvantitativní rozvoj městské hromadné dopravy a integrovaných dopravních systémů; rozvoj kombinované dopravy.
- Podpora péče o přírodní a kulturní dědictví v jeho hmotné i nehmotné podobě.
- Existující významný potenciál pro další pokles emisí oxidu uhličitého.
- Další výrazný pokles znečišťování vod z bodových i plošných zdrojů (v souvislosti s další výstavbou kanalizací, čištění odpadních vod s III. stupněm čištění, zaváděním nových technologií a realizací opatření v zemědělství).

- Intenzivnější realizace revitalizací vedoucí k transformaci vodních a mokřadních ekosystémů s cílem obnovy jejich přirozených funkcí.
- Regenerace a v nezbytném případě i sanace zastavěných a nadále nevyužívaných ploch a objektů (brownfields) a jejich důsledné využívání pro výstavbu a jiné využití.
- Podpora a realizace územních systémů ekologické stability (ÚSES), zejména v rámci komplexních pozemkových úprav.
- Podpora vzniku vyšších a vysokých škol ve všech regionech (mimo univerzitní města).
- Přímá i nepřímá podpora dalšího vzdělávání a výzkumu a vývoje.
- Podpora výstavby nových obchvatů obcí, a dálnic a silnic I. a II. třídy a současná údržba dosavadní dopravní obslužnosti.

Vláda ČR se ve Strategii zavázala pomocí nástrojů, které má k dispozici, výše uvedené slabé stránky odstraňovat a podporovat uvedené příležitosti vedoucí k udržitelnému rozvoji. Na tuto strategii tak budou navazovat další dokumenty a programy (zákony, vyhlášky, dotační tituly, atd.), vedoucí ke splnění těchto cílů.

Pro účastníky tohoto workshopu je tento příspěvek určen zejména jako prostředek seznámení se s dokumentem mimořádného významu - Strategií udržitelného rozvoje České republiky. Z ní plynou mnohé cíle, o nichž se mohou akademičtí pracovníci i pracovníci ve výstavbě opřít ve své argumentaci a mohou prosazovat své cíle v souladu s touto Strategií. Autor si je vědom, že se pro mnohé účastníky nebude jednat o novou informaci, ale jak se z vlastní zkušenosti sám přesvědčil, je znalost tohoto důležitého dokumentu u veřejnosti prozatím nedostatečná a proto doufá, že svým příspěvkem pozvedne obecnou znalost této, pro oblast výstavby tak důležité strategie.

Použitá literatura:

1. Sbírka zákonů ČR
2. <http://www.vlada.cz/>
3. <http://www.mfcr.cz/>

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VZ04CEZMSM 6840770005 „Udržitelná výstavba“

VÝZKUMNÝ ZÁMĚR:

MSM 6840770005 Udržitelná výstavba

TEMATICKÉ OKRUHY:

WP 1 Výstavba na brownfields

WP 2 Udržitelná výstavba budov

WP 3 Využití odpadních hmot, recyklátů ve stavebnictví

WP 4 Přírodní katastrofy (živly, nehody) – optimalizace ochrany, interakce se stavebními konstrukcemi

SBORNÍK WORKSHOPU

ČVUT v Praze, Fakulta stavební

13. prosince 2007

ISBN 978-80-01-03977-9

**ČVUT V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**



**KATEDRA TECHNOLOGIE
STAVEB**

