



Obr. 1 Ničivé účinky vetra, Oslo, Nórsko, 8/10/2018 Foto: Shutterstock



Obr. 3 Pohľad na veterný tunel STU v Bratislave Foto: Olga Hubová



Obr. 4 Riešenie interferenčných javov eliptických výškových budov Foto: Michal Franek



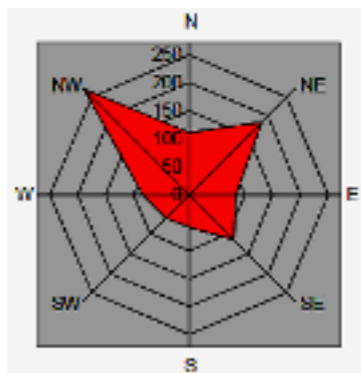
Obr. 5 Pohľad na komplex Tri veže v Bratislave Foto: Michal Franek

ÚČINKY VETRA V ZASTAVANOM ÚZEMÍ

doc. Ing. Olga Hubová, PhD., Katedra stavebnej mechaniky, Stavebná fakulta STU v Bratislave

Účinky vetra na stavebné konštrukcie sú súčasťou navrhovania a posudzovania konštrukcií, a preto je nutné poznať výsledné extrémne účinky, ktoré sa môžu v danej lokalite objaviť a spôsobiť poškodenie konštrukcie. Vzhľadom na to, že nielen na Slovensku, ale v celej Európe sme v poslednom období svedkami nárastu silných veterných búrok, ktoré dosahujú rýchlosť vetra na úrovni orkánu, je nutné stanoviť extrémne zaťaženie konštrukcií vetrom, reakcie na účinky vetra, miestne rýchlosti a tlaky vetra a periódu návratu špičkových hodnôt, zaoberať sa tiež dynamickými účinkami vetra, ktoré spôsobujú kmitanie štíhlych konštrukcií a únavovým namáhaním môžu viesť k poškodeniu až zrúteniu konštrukcie.

Cez Slovensko sa počas posledných rokov prehnalo niekoľko orkánov, v roku 2004 veterná smršť zničila obrovské lesné plochy a poškodila objekty vo Vysokých Tatrách. V roku 2007 orkán Kyrill s rýchlosťou vetra v nárazoch 200 km/hod a hneď nasledujúci rok 2008 orkán Emma s maximálnou rýchlosťou 236 km/h strhol viaceré strechy a poškodil objekty, v roku 2010 orkán Xynthia s rýchlosťou vetra v nárazoch 238 km/h spôsobil v celej Európe značné škody na stavebných objektoch. V roku 2020 sa prehnal aj naším územím orkán Sabine. Špičková hodnota rýchlosti vetra, ktorá narastá s výškou nad zemou, výrazne ovplyvňuje zaťaženie fasády, balkónov, terás a striech, je zdrojom poškodení objektov (obr. 1). Vzhľadom na meniace sa klimatické podmienky sa dá predpokladať, že tento trend bude pokračovať, a preto je po-



Obr. 2 Veterná ružica v Bratislave.

trebné pri navrhovaní stavebných konštrukcií s týmito nežiaducimi účinkami vetra počítať.

Pri nevhodne navrhnutom rozmiestnení objektov v zastavanom území dochádza k nepriaznivému vplyvu vetra na chodcov, na čistotu ovzdušia, tiež k zlému prevetrávaniu daného územia a podobne. Je dôležité pri navrhovaní orientácie objektu a územných celkov počítať s prevládajúcim prúdením v danej lokalite počas roka, ktoré ukazuje veterná ružica (obr. 2), a tiež s hodnotami maximálnych nárazov vetra.

Umiestnenie a orientácia otvorených balkónov a terás na objektoch by mala tieto prevládajúce smery prúdenia rešpektovať. Pre naše územie bol spracovaný a publikovaný vplyv reliéfu na veterné pomery Slovenska, kde môžeme zistiť prevažujúce smery vetra, a sú tam aj lokálne extrémne nárazových rýchlostí vetra namerané SHMÚ v období rokov 2000 – 2010.

Pri stanovení účinkov vetra sa vychádza zo špecifickej veternej situácie v danom území, prípadne z konkrétnej lokality, kde sú objekty postavené. Výsledné hodnoty zaťaženia vetrom ovplyvňujú nasledovné faktory:

- 1/ veterné podmienky z konkrétnej lokality definované referenčnou rýchlosťou vetra,
- 2/ drsnosť terénu nábehového územia vetra,
- 3/ aerodynamické charakteristiky tvarov objektov,
- 4/ veľkosti a tvary okolostojacich objektov, ktoré modifikujú prúdenie.

KONFIGURÁCIA OBJEKTOV

Výrazný vplyv na účinky vetra na konštrukcie má vzdialenosť medzi budovami a pomer ich výšok. Silná interakcia prúdenia a nárast rýchlostí sa objavuje v prípade, ak vzdialenosť medzi budovami je menšia ako 5-násobok výšky, tiež objekty, ktoré sú umiestnené v tvare písmena V vytvárajú nežiaduci Venturiho efekt.

Prúdenie v úpäti vysokých budov je sprevádzané na čelnej ploche výrazným valcovým vírom, zrýchlenie prúdenia je aj v nárožiach a na strechách, kde dochádza k poškodeniu fasád a strešných častí (obr. 1). Nepohoda v okolí vysokej štíhlej budovy, kde vietor pôsobí kolmo na širšiu stranu, narastá s výškou budovy a polomer ovplyvnenej oblasti závisí od šírky náveternej strany.

V prípade zvýšeného pohybu chodcov, otvorených terás a detských ihrísk v blízkosti výškových objektov je potrebné experimentálne overiť veternú situáciu.

V priechodoch a podchodoch spájajúcich náveternú a záveternú stranu v smere prevažujúceho prúdenia vetra sa vytvárajú nepriaznivé zóny pre chodcov. V zaoblených nárožiach objektov narastajú sania, ktoré sú zdrojom poškodenia fasády a tiež spôsobujú v prípade hnaného dažďa zatekanie.

Prúdenie medzi vysokými vedľa seba stojacimi objektmi vytvára hrdlo, kde rýchlosť prúdenia môže byť vyššia ako vo vrchole budovy. Pre konštrukcie neobvyklých tvarov a usporiadaní nie sú v norme STN EN 1991-1-4, ktorá stanovuje účinky vetra na konštrukcie, potrebné informácie, a preto sa veterné štúdie robia počítačovou simuláciou prúdenia alebo experimentálnymi meraniami vo veternom tuneli. Modelové skúšky vo veternom tuneli s medznou vrstvou, ktorá reprezentuje okolitý terén, vedú k lepšiemu pochopeniu účinkov vetra v jednotlivých zónach pri špecifickom tvare konštrukcií. Prúdenie vo veterných tuneloch BLWT

(obr. 3) reprezentuje s technickou presnosťou prúdenie v dolnej časti atmosféry, kde sa nachádzajú stavebné objekty. Pôsobenie vetra na vysoké budovy, ktoré vyčnievajú nad okolitú zástavbu, je možné testovať na otočnom stole pre všetky smery vetra.

Výskumné práce vo veternom tuneli STU v Bratislave so simulovanou atmosférickou medznou vrstvou sa zaoberajú analýzou interferenčných javov z dôvodu čoraz väčšieho zahusťovania výstavby a stavania výškových budov v mestských častiach, kde vzniká vysoká intenzita turbulencie vetra. Ilustrácia experimentálneho merania je na obr. 4, kde geometria modelov je podobná zrealizovanému projektu bytového komplexu Tri veže v Bratislave (obr. 5). V rámci vedeckovýskumnej spolupráce boli realizované numerické a experimentálne analýzy účinkov vetra na architektonické súbory navrhovaných objektov a tiež sa sledovala pohoda chodcov. Tieto analýzy umožnili optimalizovať návrh. Výsledkami bolo vyhodnotenie vplyvu vzájomného usporiadania budov na rýchlostné pole a stanovenie rozloženia tlakov vetra na fasádach a strechách objektov (obr. 4).

Optimalizáciu urbanistických štruktúr z pohľadu pohody chodcov a prirodzeného prevetrávania sa zaoberal Ing. arch. Martin Hépal, PhD., ktorý zostavil model zástavby nízkopodlažných budov s átriom pri rôznych šírkach ulíc a pre rôzne smery vetra.

Cieľom príspevku je oboznámiť technickú verejnosť s účinkami vetra na stavebné konštrukcie a zastavané územia a upozorniť na nežiaduce vplyvy, ktoré sa vyskytnú pri nevhodnej konfigurácii objektov. Oblasť veterného inžinierstva, ktoré pracuje s novými softvérmí CFD, a tiež moderné experimentálne overovanie konštrukcií vo veternom tuneli umožňujú opakované merania pri meniacich sa smeroch a rýchlostiach vetra, čo pri meraní in-situ vzhľadom na stochastický účinok vetra nie je možné.

Predpokladáme v budúcnosti spoluprácu s architektmi, projektantmi a realizátormi stavieb v oblasti veterného inžinierstva, ktoré pomôžu riešiť problémy účinkov vetra v praxi. ■

RESUME: THE EFFECTS OF WIND IN BUILT-UP AREAS The aim of the paper is to acquaint the technical public with the effects of wind on building structures and built-up areas and to draw attention to the undesirable effects that occur in the inappropriate configuration of buildings. The field of wind engineering, which works with new CFD software, as well as modern experimental verification of structures in the wind tunnel allow repeated measurements at changing wind directions and speeds, which is not possible when measuring in-situ due to the stochastic effect of wind. We anticipate future cooperation with architects, designers and builders in the field of wind engineering, which will help to solve the problems of wind effects in practice.