

Správné umístění větrných čidel

Zatímco při instalaci slunečních nebo dešťových čidel je vcelku zřejmé, kam je umístit, aby správně plnila svoji funkci, u větrných čidel je situace složitější. Jelikož větrná čidla mají ochrannou funkci a mají zabránit poškození nebo zničení výrobků stínicí techniky, citlivých na vítr, je jejich správné umístění klíčové. Celá řada skutečně realizovaných umístění větrných čidel, se kterými se autor během své dlouholeté praxe setkal, však ukazuje na naprostou neznalost a nepochopení této problematiky. V posledních několika letech nebyl na toto téma publikován žádný příspěvek, následující článek si proto klade za cíl vyplnit tuto informační mezeru.



Větrná čidla se používají na ochranu výrobků stínicí techniky, které mohou být poškozeny silným větrem. Jedná se především o markýzy, které jsou z hlediska poškození větrem nejzranitelnější. Následují další typy venkovních látkových stínicích prvků a nejodolnější jsou venkovní žaluzie ve vodicích lištách. Vcelku pochopitelně zde neuvádíme předokenní rolety, které jsou natolik odolné, že chránit je proti větru není třeba.

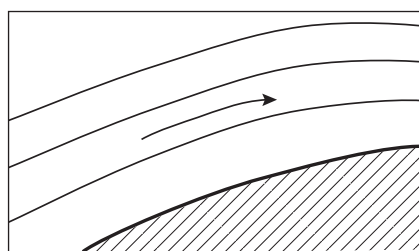
V dalším textu se budeme věnovat umístění větrných čidel na principu miskového rotačního anemometru (dále: anemometrická čidla), která jsou v systémech řízení protisluneční ochrany nejběžnější. Ostatní typy větrných čidel, používaných v systémech ovládní stínicí techniky a v řídicích systémech budov, budou krátce zmíněny v příslušných pasážích textu.

Základní poznatky o proudění plynů

Problematiku proudění kapalin a plynů řeší celé vědní odvětví, stejně jako vlivy a důsledky, které má tento fyzikální jev ve stavebnic-

tví a architektuře. Působení větru na budovy a doprovodným efektům v jejich okolí se podrobně věnuje publikace [1], speciálně vlivu větru na zařízení stínicí techniky pak článek [2]. Z obou jmenovaných pramenů čerpá i další text. Čtenáře, kteří by se chtěli s touto problematikou seznámit hlouběji, odkazují na zmíněné prameny.

V následujících řádcích nejprve krátce shrneme nejzákladnější poznatky o proudění plynů. Pro účely tohoto článku se přitom nevyhneme určitým, místy i značným, zjednodušením. Jelikož se nejedná o vědecké pojednání, ale o příspěvek pro denní praxi techniků v oblasti stínicích zařízení, věřím, že



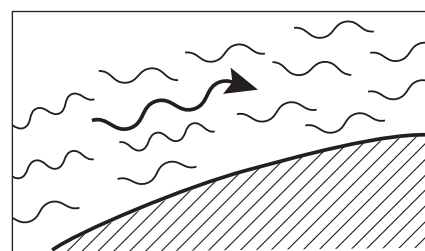
Obrázek 1a

problematiky znalý čtenář bude tato zjednodušení tolerovat.

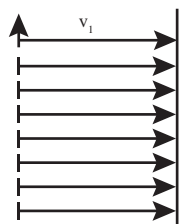
Prvními pojmy, se kterými se musíme seznámit, jsou laminární a turbulentní proudění. Laminární proudění je takové, při kterém se jednotlivé vrstvy plynu (vzduchu) pohybují hladce a rovnoměrně nad sebou nebo bočně vedle sousedních vrstev. Pokud bychom v takovém proudění vytvořili obarvené vrstvičky, resp. vlákna plynu, objevil by se nám stav podle obrázku 1a. Laminární proudění je tedy hladké a rovnoměrné. Turbulentní proudění je naopak nerovnoměrné a vířivé, viz obr. 1b.

Pokud plyn proudí ustáleně a rovnoměrně ve volném prostoru, jsou jeho rychlost a směr ve všech bodech stejné, viz obr. 2a. Pokud však dojde ke kontaktu proudícího plynu s pevnou hladkou plochou, rovnoběžnou se směrem proudění plynu, rychlost proudění se vlivem tření směrem k povrchu této plochy snižuje, až je přímo na jejím povrchu nulová, obr. 2b. Pokud povrch plochy nebude hladký, rychlostní profil se změní, viz obr. 2c. To odpovídá například situaci v zastavbě nižšími a přibližně stejně vysokými budovami.

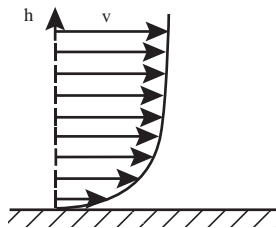
Rychlostní profil se může změnit také v případě, že povrch nebude rovnoběžný s prouděním plynu. Tomu odpovídá například situace na návětrných úbočích kopců, kdy na vrcholu kopce může dojít ke zvýšení rychlosti větru vzhledem k jeho rychlosti ve volném prostoru, obr. 3.



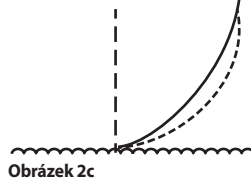
Obrázek 1b



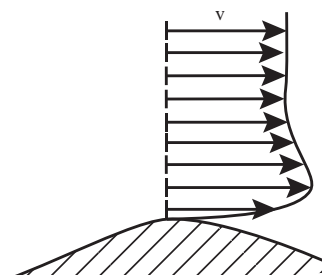
Obrázek 2a



Obrázek 2b



Obrázek 2c



Obrázek 3

Anemometrická čidla musí být pro zajištění správné a spolehlivé funkce umístěna vždy v oblasti laminárního proudění vzduchu. Dále, čidla tohoto typu měří pouze tu složku rychlosti vzdušného proudu, která je kolmá na osu rotace lopatek (misek). Jelikož osa rotace bývá výrobcí anemometrů stanovena výhradně jako svislá, měří anemometrická čidla pouze horizontální (vodorovnou) složku rychlosti větru. Pokud vítr nevaně horizontálně, jeho rychlost se rozkládá do vertikální a horizontální složky (skutečná rychlost je jejich vektorovým součtem). Rychlost udávaná anemometrickým čidlem se pak liší od rychlosti skutečné. Výlučně horizontální složka rychlosti větru a tím správný výsledek měření anemometrickým čidlem je tedy zaručena pouze ve volném prostoru, v dostatečné vzdálenosti anemometru od zemského povrchu a od okolních předmětů.

Aerodynamické poměry v okolí osamocené budovy

Nejjednodušší případ nastane, pokud se jedná o pravoúhlo budovu s plochou střechou, stojící samostatně v rovinatém terénu, a v případě, že vítr vane kolmo na jednu její stěnu. Ale i tato jednoduchá situace skrývá početná úskalí, nazíráno z hlediska instalace větrného čidla. Podívejme se na vzniklou situaci nejprve v bočním pohledu, obr. 4a. Část vzdušného proudu se na návětrné stěně otočí zpět a vytvoří víry u povrchu země, část se ohne směrem vzhůru a po střetu s horizontálním proudem vytvoří víry na hraně střechy. Další víry se vytvoří na závětrné straně budovy.

Pokud budeme stejnou situaci pozorovat shora, v půdorysu, uvidíme víry před čelní stěnou, ale i u bočních stěn budovy - a samozřejmě opět na závětrné straně za budovou, obr. 4b.

Důležitá je také situace při čelním pohledu na návětrnou stěnu budovy, tj. ve směru vanoucího větru, obr. 4c. Protože objemové množství vzduchu, proudící proti budově, musí budovu „obtéci“ celé, rychlost větru na bočních hranách budovy, ale i na hraně střechy, bude v důsledku toho vyšší než

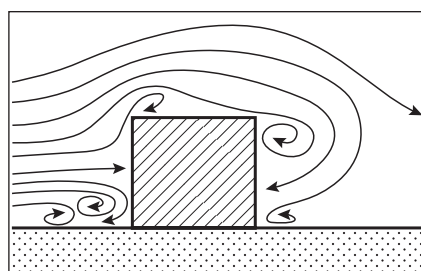
rychlost proudění u země nebo uprostřed čelní stěny, ale také než ve volném prostoru. Díky tomu mohou být již na dvou sousedních oknech rozdílné jak rychlost, tak směr větru.

Zároveň je z obrázku 4c zřejmé, že uprostřed stěny pod hranou střechy může mít proud vzduchu výhradně vertikální směr a zcela postrádat horizontální složku. Obdobná situace je i u povrchu okolního terénu nebo uprostřed čelní stěny budovy. Miskový rotační anemometr je z principu své funkce schopen měřit pouze horizontální složku vzdušného proudu, jak bylo uvedeno výše, proto pokud bude umístěn v pozicích A či B a obdobných, nebude měřit skutečnou

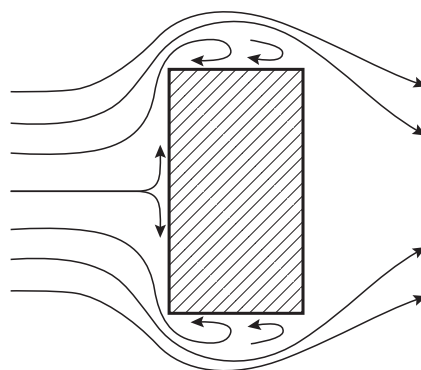
rychlost větru. Anemometr, umístěný v pozici C, nemusí v krajním případě fungovat vůbec, protože se bude nacházet ve výhradně stoupavém vertikálním proudění, které není schopen registrovat.

Ani umístění anemometru na plochu střechu nemůže být libovolné, ale je nutné respektovat určité zákonitosti proudění vzduchu. Nad plochou střechou se totiž vlivem střetu stoupavého proudu před čelní fasádou s horizontálním prouděním ve volném prostoru budou vytvářet víry a nad střechou může vzniknout jakýsi „vzdušný válec“, viz obr. 5. Pokud bude anemometr umístěn v pozici A, bude měřit menší rychlost, než je skutečná, protože se nachází v zóně interakce vertikálního a horizontálního proudění. V krajním případě, pokud bude stoupavý proud velmi silný nebo pokud na hraně střechy vzniknou víry, opět nemusí měřit vůbec.

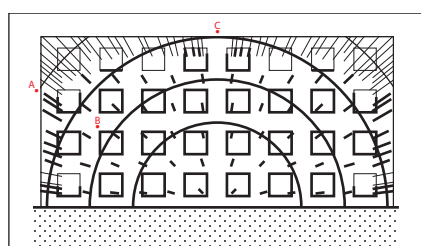
Na ploché střeše však nelze anemometr umístit libovolně ani v případě, že se bude nacházet ve větší vzdálenosti od její hrany. Jestliže bude anemometr umístěn příliš nízkou, v pozici B, může se ocitnout v mrtvé zóně uvnitř vzdušného válce. Umístění v pozici C se již sice nachází mimo mrtvou zónu, je ale naopak v oblasti zhuštěného, a díky tomu zrychleného proudění vzduchu, anemometr proto bude měřit rychlost větru vyšší, než je skutečná. Dostatečná výška nad plochou střechou je proto dalším základním předpokladem správné funkce anemometru.



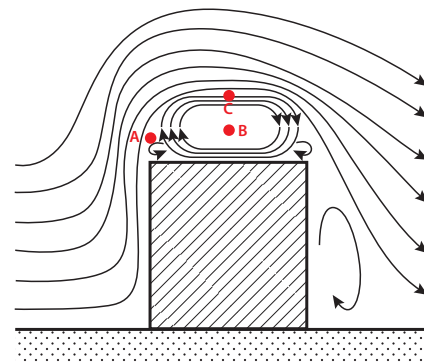
Obrázek 4a



Obrázek 4b



Obrázek 4c



Obrázek 5

Situace proudění vzduchu kolem budovy ve tvaru pravouhlého hranolu, znázorněné na obrázcích 4 a 5, jsou samozřejmě závislé na mnoha faktorech: na výšce budovy, na její štíhlosti, tj. poměru jednotlivých rozměrů, a samozřejmě na rychlosti větru. I u jedné a téže budovy se poloha a velikost vírů, stoupavých proudů a vzdušného válce bude měnit v závislosti na rychlosti větru. Situace přesně čelního větru se navíc v reálném světě prakticky nevyskytuje, vítr vanoucí ze šikmých směrů pak vytváří další víry jak podél stěn, tak podél hran střechy. Podrobnější informace lze najít v [1].

Aerodynamické poměry v okolí složitějších budov a v zástavbě

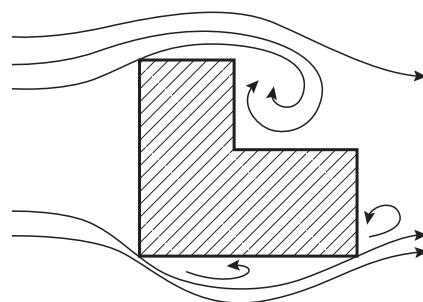
Nejjednodušší situaci v tomto případě představuje budova s půdorysem ve tvaru L, vystavená působení větru kolmo na jednu z vnějších fasád, obr. 6. V případě opakování této struktury vznikne půdorys ve tvaru písmene E, případně hřebenový půdorys. Proudění vzduchu kolem celé budovy je velmi komplikované, a to zejména v prostorech mezi jejími jednotlivými křídly, kde závisí na poměru jejich hloubky a šířky, na tom, zda mají stejnou výšku jako hlavní budova nebo jsou nižší, a samozřejmě na směru a rychlosti větru. Celou řadu modelových situací pro různé půdorysy i tvary budov lze nalézt v [1]. Použití jednoho čidla větru zde proto téměř nikdy nepostačuje, je nutné použít více čidel, vhodné rozmístěných na budově, případně je doplnit směrovkou větru. Protože lze očekávat častý výskyt vertikálních proudů a vírů, je dále vhodné pro měření rychlosti větru použít čidla, která pracují na jiném než anemometrickém principu, a která jsou schopna rozpoznat a měřit rychlost větru i za těchto podmínek. Jedná se zejména o čidla, pracující na principu ochlazování vyhřívaného odporového elementu. Pro zpracování a správné vyhodnocení všech těchto údajů je však zapotřebí poměrně sofistikovaný řídicí systém pro ovládání fasádních clon. Vzhledem k tomu, že popisované budovy mají obvykle téměř vždy komerční využití, bývají takovým řídicím systémem vybaveny a uvedené požadavky nejsou na překážku.

Obdobně složitá situace vzniká, jestliže budova nestojí osamoceně, ale nachází se v intravilánu. Představme si zde pouze dvě nejjednodušší situace, mnoho dalších je opět popsáno v [1].

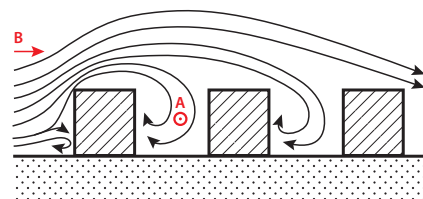
Situace na obr. 7 znázorňuje situaci, která je velmi častá např. na sídlištích z 80. a 90. let minulého století. V tomto případě je vhodné umístit anemometrické čidlo v dostatečné

výšce (viz předchozí odstavec) na střeše budovy. Lze totiž očekávat, že kritická rychlost větru na fasádě bude na střeše budovy dosažena spíše při jeho směru ve směru proluky mezi domy (A), než při směru kolmém (B), kdy začnou působit víry v prostoru mezi budovami. Ovšem i zde hraje významnou roli poměr mezi výškou budov a šíří proluky mezi nimi, a to vše společně ještě ve vztahu k rychlosti a směru větru. Pro markýzy, instalované na balkónech a lodžích takových domů, se jako velmi vhodné jeví použití otřesového čidla.

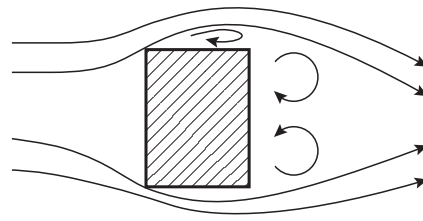
Druhá situace, kterou si zde představíme, jsou dvě (nebo více) budovy vedle sebe, mezi nimiž se nachází proluka, obr. 8. S odvoláním na obr. 4c dojdeme k závěru, že v proluce mezi budovami dojde k výraznému zvýšení rychlosti proudění. Pokud není možnost umístit čidlo do této proluky, ale pouze do otevřeného prostoru, např. na střeše budovy, pak je nutné pro ochranu stínících prvků v proluce nastavit na řídicí jednotce takového čidla mezní rychlost větru nižší, než v případě, kdy by čidlo bylo umístěno přímo v proluce.



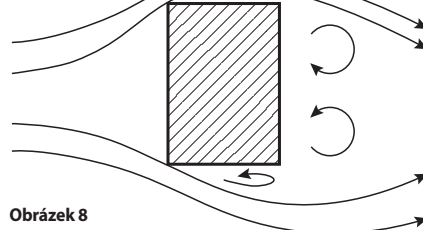
Obrázek 6



Obrázek 7



Obrázek 8



Obrázek 8

Jak tedy větrné čidlo správně umístit?

Z předchozího textu vyplývá, že jednoznačná rada na vhodné umístění větrného čidla neexistuje. Je pouze možné upozornit na umístění zaručeně nevhodná a na další obecná hlediska, která je nutné mít při instalaci anemometrických čidel na zřeteli. Je to především nutnost umístit anemometrické čidlo vždy do laminárního proudění a při nastavování limitní rychlosti větru zohlednit rychlostní profil dané lokality a konkrétního umístění čidla i chráněných zařízení. Ve složitých situacích je pak vhodné použít čidla, která využívají pro vyhodnocení kritické situace (záměrně nepiši „kritické rychlosti větru“) jiný princip než anemometrický: vyhřívaná odporová čidla nebo, speciálně pro markýzy, čidla otřesová.

Na tomto místě nelze nezmínit ještě další dva faktory, které přistupují ke všem dříve zmíněným a dále komplikují volbu, kam čidlo umístit.

Prvním faktorem je použití čidel s rádiovým přenosem informací o rychlosti větru. Zde je nutné dodržovat další požadavky, nutné pro spolehlivou rádiovou komunikaci mezi čidlem a všemi jím chráněnými zařízeními. To je ovšem téma na samostatný článek. Stručně lze říci, že místo instalace čidla vhodné z hlediska aerodynamiky budovy nemusí být vhodné z hlediska rádiové komunikace a naopak. Zde neexistuje kompromis, řešením je obvykle pouze použití více čidel nebo přechod ke kabelové va-riantě.

Druhým faktorem je otázka architektonického řešení či vzhledu budovy. Velmi často buď investor/uživatel nebo architekt odmítá umístění anemometrického čidla na místě, které zaručuje jeho spolehlivou funkci, ale kde je čidlo (bohužel) viditelné. Požadavkem proto často bývá umístění čidla např. na vnitřní stranu atiky ploché střechy nebo na jiná, z hlediska aerodynamiky budovy a správné a spolehlivé funkce čidla naprosto stejně nevhodná místa. Diskuze o umístění čidla se pak mnohdy přesouvají z roviny technické spíše do roviny diplomatické, a pokud by při nich tento článek posloužil jako argument pro správné umístění čidla, byl by jeho záměr více než naplněn.

Ing. Roman Martinů
Externí spolupracovník
RTS Magazínu

Použitá literatura:

- [1] Aerodynamika budov, Prof. Ing. Milan Bielek, DrSc. a kol., Alfa, Bratislava, 1990
- [2] Textile Sonnenschutzanlagen an Groß-objekten, Dipl.-Ing. Horst G. Steuff VDI, VBI, R+S Magazin, November 1997, str. 20 až 26.