

ZAŤAŽENIE KONŠTRUKCII PLOCHÝCH STRIECH VETROM

V Tatrách bolo zničených vyše 12 000 hektárov lesa. V Poprade v mesiaci november 2004 dosahovala rýchlosť vetra v nárazoch silu až 123 km/hod., čo je cca 35 m/s. Podľa Beaufortovej stupnice na pozorovanie sily vetra je zrejmé, že táto rýchlosť už zodpovedá sile orkánu, pričom je nutné si uvedomiť, že sme stále na Slovensku!

Nebezpečný je i nárazový vietor v exponovanom teréne. Priemerná sila, ktorá pôsobí na človeka v závislosti od rýchlosti vetra, môže byť až 350 N /tabuľka 1/. Zaťaženie vetrom, ovplyvňuje z hľadiska voľby skladby strechy spôsob a intenzitu fixácie strešných vrstiev, ale aj širšie konštrukčné súvislosti ako je smer prútia strešnej nosnej konštrukcie, tvar a vzduchotesnosť obalových konštrukcií atď.

NAVROVAVANIE FIXÁCIE VRSTVIE STRECHY

Pre spoľahlivú fixáciu vrstiev strechy je potrebné stanoviť zaťaženie vetrom danej konštrukcie a navrhnúť vhodný spôsob a intenzitu fixácie na základe zaťaženia.

EMPIRICKÝ NÁVRH – ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET

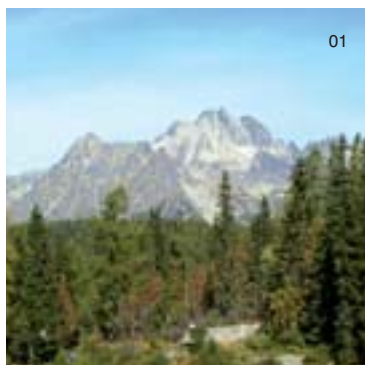
Sú prípady, kedy je možné návrh zjednodušiť. Tieto prípady sú prísne obmedzené a platia pre ne nasledujúce podmienky:

- Strecha nie je výškovo členitá a má jednoduchý tvar.
- Ide o uzavretý objekt z hľadiska vzduchotesnosti obalových konštrukcií.
- Strecha je na budove vysokej max. 20 m.
- Príslušné kotevné prvky - výťažné

skúšky preukázali únosnosť zodpovedajúcu trojnásobku výpočtového zaťaženia, t.j. 1,2 kN/kotvu, a použité kotevné prvky prislúchajú k danému podkladu.

- Zaťaženie vetrom nepresahuje bežné hodnoty pre vetrovú oblasť.
- Eventuálna úspora kotevných prvkov nie je cieľom.

Pokiaľ sú tieto podmienky splnené, je možné použiť empirické spôsoby návrhu fixácie vrstiev strechy. Podrobnosti sú popísané v príslušných publikáciách [1]. Zodpovednosť za spoľahlivý a ekonomický návrh leží ale vždy na projektantovi. Preto by mal sám zvážiť, či i pri splnení vyššie uvedených podmienok nepristúpi k exaktnému výpočtu zaťaženia vetrom a k presnému návrhu fixácie. Je nutné pristupovať inak napr. k nízkopodlažnej materskej škôlke



01

02

03

PRI NAVRHOVANÍ SKLADIEB PLOCHÝCH STRIECH JE POTREBNÉ PAMÄTAŤ NA NÁHODILÉ ZATAŽENIE VETROM. NEZNALOSŤ PROBLEMATIKY, JEJ PODCENENIE A NEDÔSLEDNOSŤ RIEŠENIA MÔŽE V PRAXI ČASTO VIESŤ K ZNAČNÝM MATERIÁLOVÝM ŠKODÁM. AJ V NAŠICH FYZICKO- GEOGRAFICKÝCH PODMIENKACH MÔŽE MAŤ VIETOR OBROVSKÚ SILU. PRÍKLADOM JE NEDÁVNÝ KYRILL, KTORÝ ŠARAPATIL V KRAJINÁCH SEVEROZÁPADNEJ EURÓPY, ALE I „VIETOR“ SPRED 3 ROKOV, KTORÝ ZASIAHOL NA SLOVENSKU OBLASŤ VYSOKÝCH TATIER /FOTO 02/, HOREHRONIA A ORAVY.



uprostred bratislavskej Petržalky a inak k šesťpodlažnému bytovému domu na jej okraji.

PODROBNÝ VÝPOČET ZATAŽENIA VETROM PLOCHÝCH STRIECH

PLATNÉ TECHNICKÉ NORMY

O zásadách navrhovania a zaťaženia konštrukcií vetrom hovoria príslušné technické normy, a to:

pre Slovensko: STN 73 0035

„Zaťaženie stavebných konštrukcií“, STN P ENV 1991-2-4 (73 0036)

„Zásady navrhovania a zaťaženia konštrukcií; časť 2-4: Zaťaženie konštrukcií. Zaťaženie vetrom“

a STN EN 1991-1-4 (STN 73 0035)

„Zaťaženia konštrukcií; časť 1-4:

Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia vetrom“. Posledná menovaná norma nemá národnú prílohu, bez ktorej nie je možné normu používať.

Predpokladá sa, že národná príloha bude začiatkom roka 2008. Všetky uvedené normy platia súbežne, avšak je neprípustné ich vzájomne kombinovať.

Pre Českú republiku: ČSN EN 1991-1-4 (73 0035) „Eurokód 1: Zatiaženie konštrukcií – Časť 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem“ a súčasne ČSN 73 0035 „Zatížení stavebních konstrukcí“.

PARAMETRE VSTUPUJÚCE DO VÝPOČTU ZATAŽENIA VETROM

- q_{ref} ref. stredný tlak vetra,
- $c_e(z)$ súčiniteľ expozície,
- z referenčná výška,
- c_d dynamický súčiniteľ.

REFERENČNÝ STREDNÝ TLAK VETRA

Referenčný stredný tlak vetra je odvodený z referenčnej rýchlosti vetra v_{ref} a je charakteristickou hodnotou. Referenčná rýchlosť vetra v_{ref} je

stredná rýchlosť vetra v časovom intervale 10 sekúnd vo výške 10 metrov nad zemou pri kategórii terénu II, ktorá má ročnú pravdepodobnosť prekročenia 0,02 (resp. má priemernú periódu návratu 80 rokov). Jej veľkosť ovplyvňuje základná hodnota referenčnej rýchlosti vetra $v_{ref,0}$, súčiniteľ smerovosti vetra c_{DIR} , súčiniteľ dočasnosti (sezónnosti) c_{TEM} a súčiniteľ nadmorskej výšky c_{ALT} . Slovensko je rozdelené podľa referenčnej rýchlosti vetra $v_{ref,0}$:

- na oblasť I $v_{ref,0} = 24$ m/s,
- na oblasť II $v_{ref,0} = 26$ m/s,
- na oblasť III (700- 1300 m n.m.) $v_{ref,0} = 30$ m/s,
- na horské oblasti (nad 1300 m n.m.) $v_{ref,0} = 33$ m/s,

pričom súčinitelia smerovosti, dočasnosti a nadmorskej výšky sú definované hodnotou „1“.

Rýchlosť vetra [km/h]	30	50	70	100	130
Sila [N]	20	50	100	210	350

Tabuľka 01 | Priemerná sila pôsobiaca na človeka v závislosti od rýchlosti vetra

01 | Členitosť krajiny

02 | Škody po orkáne spred 3 rokov – Vysoké Tatry

03 | Pevňaková krytina strhnutá nedostatočnou stabilizáciou proti účinkom sania vetra



04



05



06

- 04 | Výška strechy nad terénom
- 05 | Vzduchotesnosť obalových konštrukcií
- 06 | Stupňovitá zástavba

V Českej republike sa uvažuje s oblasťami len I (kde $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$) a II (kde $v_{ref,0} = 26 \text{ m/s}$), pričom súčiniteľ smerovosti a dočasnosti sú definované hodnotou „1“. Korekciu vzhľadom na nadmorskú výšku vyjadruje súčiniteľ nadmorskej výšky, a to pre nadmorskú výšku a_s :

- $a_s \leq 700 \text{ m}$, kde $c_{ALT} = 1$,
- $700 \text{ m} < a_s \leq 1300 \text{ m}$, kde $c_{ALT} = 1,25$ v oblasti s $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$, $c_{ALT} = 1,26$ v oblasti s $v_{ref,0} = 26 \text{ m/s}$,
- $a_s > 1300 \text{ m}$, kde $c_{ALT} = 1,27$.

V orograficky členitom teréne, pre nadmorské výšky viac ako 700 m n. m. a najmä pre úzke údolia, hrebene a vrcholy hôr sa odporúča vyžiadať odborný posudok.

Do výpočtu referenčnej rýchlosti vetra vstupuje aj kategória terénu.

Kategória terénu I – jazerá o dĺžke aspoň 5 km, rovina bez prekážok.
 Kategória terénu II – obrábané polia s medznými kríkmi, miestami malé poľnohospodárske konštrukcie, budovy a stromy.
 Kategória terénu III – predmestia, priemyselné plochy, súvislé lesy.
 Kategória terénu IV – zastavané

územia, kde aspoň 15 % povrchu pokrývajú budovy s výškou väčšou ako 15 m.

Referenčný stredný tlak vetra je ďalej ovplyvnený i mernou hmotnosťou vzduchu.

SÚČINITEL EXPOZÍCIE

Súčiniteľ expozície zohľadňuje vplyv:

- drsnosti terénu – zahŕňa premenlivú strednú rýchlosť vetra, ktorá sa mení s výškou strechy nad úrovňou terénu, trecou výškou a je priamo závislá na kategórii terénu;
- topografie – zahŕňa zvýšenie strednej rýchlosti vetra nad osamelými kopcami a skalnými stenami;
- výšky nad terénom, turbulencie

a mení stredný tlak na maximálny tlak.

REFERENČNÁ VÝŠKA

Referenčná výška zodpovedá uvažovanému súčiniteľu tlaku ($z = z_s$ pre vonkajší tlak a súčiniteľ sily, $z = z_i$ pre vnútorný tlak). Pre ploché strechy sa odporúča uvažovať referenčná

výška z_e rovnej h – výška strechy nad terénom.

DYNAMICKÝ SÚČINITEL

Dynamický súčiniteľ odozvy vetra zahŕňa korelačné a dynamické zväčšenie. Pre pozemné stavby je závislý na vlastnostiach materiálu stavby.

Výsledný tlak vetra na konštrukcie je rozdiel tlakov na každom z oboch povrchov, uvažovaný s ohľadom na ich znamienka. Tlak pôsobiaci smerom k povrchu je uvažovaný ako kladný a sanie pôsobiace smerom od povrchu ako záporné.

UKÁŽKY VPLYVU CHARAKTERU TERÉNU A ZÁSTAVBY NA STANOVENIE ZATAŽENIA VETROM

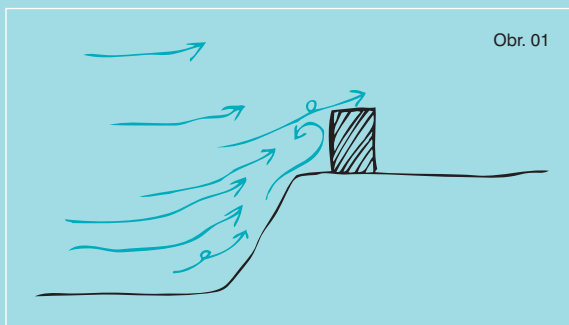
Výsledný silový účinok vetra na konkrétnu plochu strechu je komplikovaný – súvisí so spôsobom obtekania konštrukcie vzduchovým prúdom a s rýchlosťou jednotlivých častí prúdu.

Charakter (intenzitu a účinky) toku veterných prúdov v nadstrešnej oblasti ovplyvňuje predovšetkým:

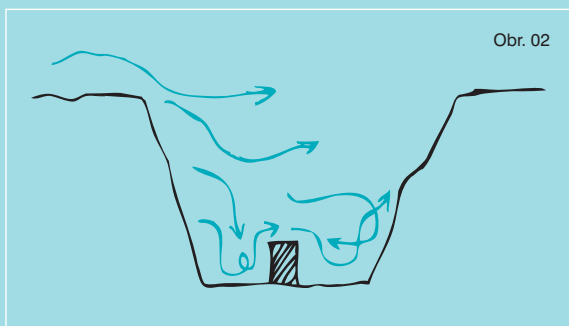
- Geografická lokalita – klimatické podmienky, smer prevládajúcich vetrov, nadmorská výška.
- Typ krajiny, charakter a hustota okolitej zástavby a jej celkové včlenenie do lokality.
- Výška strechy nad terénom, jej tvar a spôsob ukončenia po obvode /foto 04/.
- Vzduchotesnosť obalových konštrukcií /foto 05/.

TYP KRAJINY, TERÉNU A CHARAKTER OKOLITEJ ZÁSTAVBY

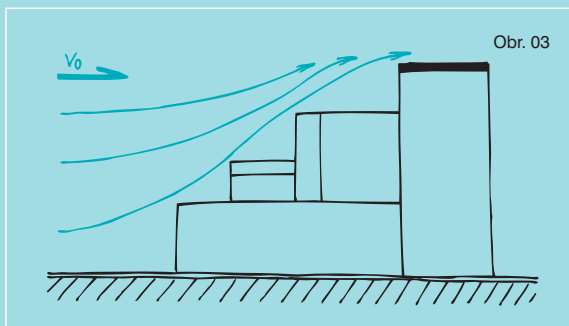
Na výsledné pomery prúdenia vzduchu v nadstrešnej oblasti má vplyv charakter krajiny, terénu, ale i usporiadania okolitej zástavby. Odráža sa v správnom určení kategórie terénu na stanovenie referenčného stredného tlaku vetra a v súčiniteli expozície. Niektoré prípady si priblížime v nasledujúcich bodoch a pozrieme sa, ako to zohľadňuje príslušná technická norma.



Obr. 01



Obr. 02



Obr. 03

- Obr. 01 | Tok veterných prúdov na upätí kopcov
Obr. 02 | Tok veterných prúdov vo vnútri údolí
Obr. 03 | Tok veterných prúdov u stupňovitej zástavby

VOĽNE STOJACE OBJEKTY

Pre voľne stojace ploché strechy s veľkými plochami paralelne obtekanými vetrom (ako haly a pod.) sa odporúča uvažovať okrem sania a tlaku vetra aj trecie sily.

Trecie sily sú ovplyvnené:

- referenčným stredným tlakom vetra,
- vplyvom kategórie terénu, referenčnej výšky strechy nad terénom z_e a vplyvom turbulencie,
- povrchom strechy, a to:
 - povrch hladký – oceľ, hladký betón,
 - povrch hrubý – hrubý betón, asfaltované povrchy a pieskované lepenky,
 - veľmi hrubý povrch – vlny, rebrá, drážky.
- a referenčnou plochou A_{ref} obtekanou vetrom.

OBJEKTY NA PREVÝŠENÝCH MIESTACH A V ÚDOLIACH

V prípade plochých striech objektov nachádzajúcich sa na úpätí osamelých kopcov alebo skalných stien dochádza k zvýšeniu strednej rýchlosti vetra /obr. 01/. Naopak, v prípade hornatých a zvlnených oblastí je toto zvýšenie prakticky zanedbateľné. Pri objektoch, ležiacich vo vnútri údolí so strmými svahmi je nutné pamätať na to, aby bolo zohľadnené každé zvýšenie rýchlosti vetra spôsobené zúžením prierezu /obr. 02/.

Zvýšenie strednej rýchlosti vetra sa zohľadňuje vo výpočte súčiniteľom topografie, závislým od:

- sklonu náveterného svahu v smere vetra (mierny a strmý),
- účinnej dĺžky náveterného svahu,
- skutočnej dĺžky náveterného svahu v smere vetra,
- skutočnej dĺžky záveterného svahu v smere vetra,
- účinnej výšky kopca (skalnej steny),

- vodorovnej vzdialenosti objektu od vrcholu kopca,
- zvislej vzdialenosti od úrovne terénu objektu.

OBJEKTY V STUPŇOVITEJ ZÁSTAVBE

V prípade, ak je okolitá zástavba stupňovitá /foto 06/, tak sa účinok vetra na vyššie položenú strechu môže postupne znásobovať /obr. 03/.

Vo výpočte sa táto skutočnosť zohľadňuje zvolením vhodnej kategórie terénu, na ktorej sú priamo závislé ostatné parametre ako:

- súčiniteľ terénu,
- trecia výška,
- minimálna výška nad terénom.

NIŽŠIE OBJEKTY V TIENI VYŠŠÍCH BUDOV

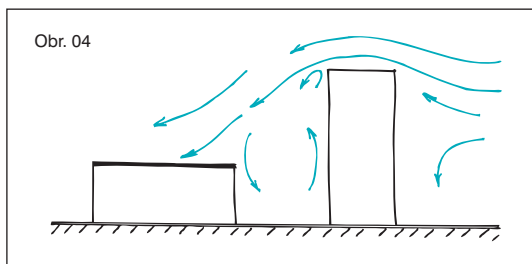
V prípade objektu nachádzajúceho sa v tieni vyššej budovy /foto 07/, môžu na konštrukciu strechy



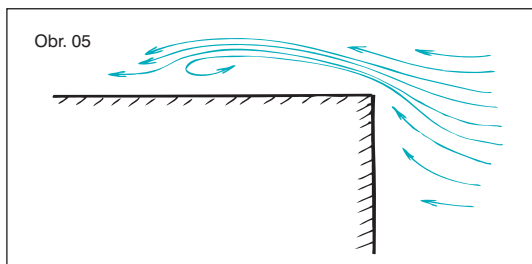
07



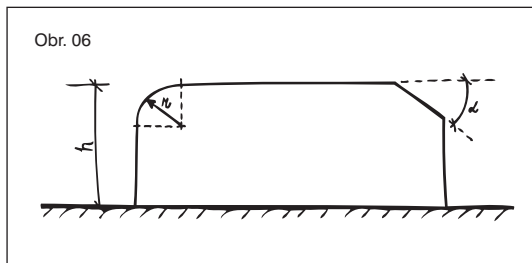
08



Obr. 04



Obr. 05



Obr. 06

narážať veterné prúdy pod rôznymi uhlami, pri súčasnom vzniku veľkých vírov a turbulencií /obr. 04/.

Pri výpočte je nutné zohľadniť nie len intenzitu turbulencie, ale aj vplyv drsnosti terénu, topografiu a strednú rýchlosť vetra vzhľadom na výšku strechy nad terénom. Uvedené skutočnosti zohľadňuje opäť súčiniteľ expozície.

VÝŠKA STRECHY NAD TERÉNOM, JEJ TVAR A SPÔSOB UKONČENIA PO OBVODE

Spôsob a rýchlosť obtekania konštrukcie vetrom závisí od konkrétnych parametrov strechy ako:

- pomer pôdorysných strán strechy,
- pomer pôdorysných strán a výšky objektu,
- spôsob konštrukčného riešenia ukončenia plochej strechy – konštrukcia rímasy, alebo atiky, a ich veľkosť a pomer ku pôdorysným rozmerom strechy,
- členenie samostatnej roviny strechy, strechy na viacerých výškových úrovniach, geometrické tvary a usporiadanie.

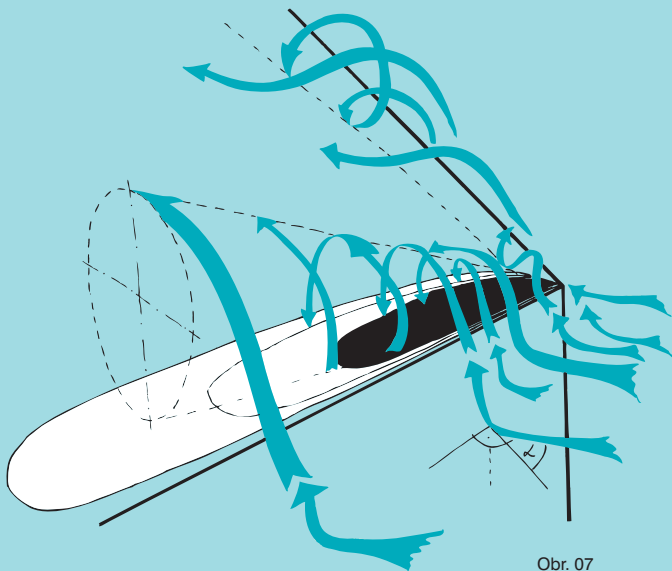
Hodnotu zaťaženia vetrom ovplyvňuje súčiniteľ vonkajšieho tlaku, ktorý v sebe zahŕňa tvar objektu a strechy, ukončenie strechy po obvode, a ktorý sa líši podľa posudzovanej oblasti strechy. Ten je tiež daný normou STN (ČSN) P ENV 1991-2-4. Norma však nepostihuje všetky možné prípady tvaru konštrukcie. Tu si projektant musí poradiť iným spôsobom – kompiláciou prípadov popísaných v norme, vlastným kvalifikovaným odhadom, skúsenosťami, prípadne špeciálnym odborným posudkom alebo skúškou.

STRECHA BEZ PREVÝŠENÉHO OKRAJA

V prípade ukončenia plochej strechy ostrou hranou /foto 08/ dochádza pri prúdení vetra v tomto mieste k výraznej turbulencii, a tým k saníu pozdĺž náveterného okraja /obr. 05/. Tento účinok je v mieste rohov strechy ešte znásobený /obr. 07/. I z tohto dôvodu sa strecha



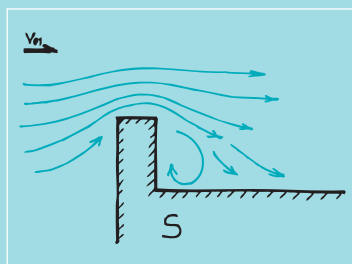
09



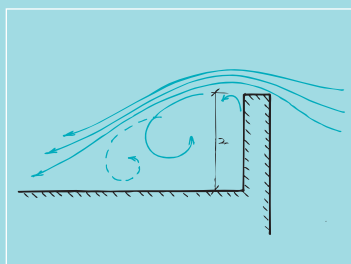
Obr. 07

- 07 | Objekt v tieni vyššej budovy
- 08 | Strecha s ostrou hranou
- 09 | Strecha ukončená vysokou atikou alebo stenou

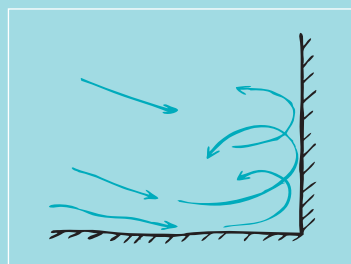
- Obr. 04 | Tok veterných prúdov v prípade objektu nachádzajúceho sa v tieni vyššej budovy
- Obr. 05 | Tok veterných prúdov na okraji strechy
- Obr. 06 | Zakrivení alebo manzardové hrany
- Obr. 07 | Tok veterných prúdov o blasti rohov



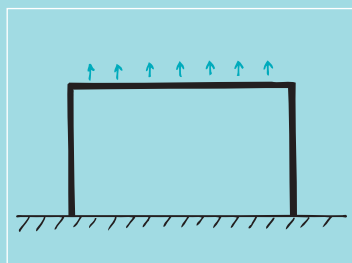
Obr. 08 | Tok veterných prúdov u strechy s atikou



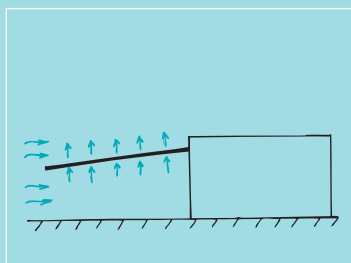
Obr. 09 | Tok veterných prúdov u strechy s vysokou atikou



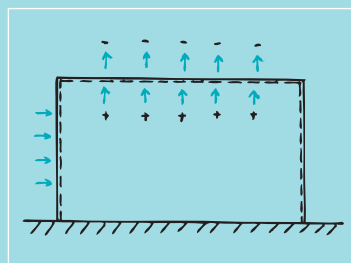
Obr. 10 | Tok veterných prúdov u strechy naväzujúcou stenou vyššej budovy



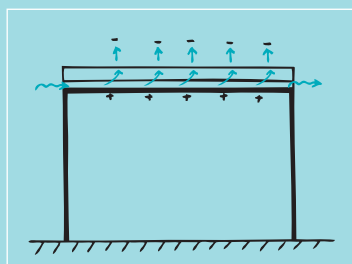
Obr. 11 | Uzavretý objekt so vzduchotesnými obalovými konštrukciami



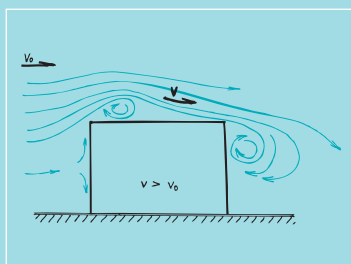
Obr. 12 | Objekt otvorený



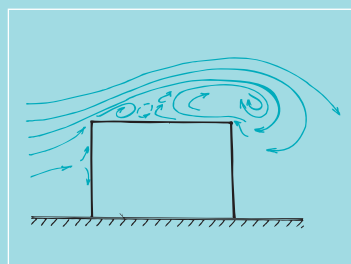
Obr. 13 | Objekt s netesnými obalovými konštrukciami



Obr. 14 | Dvojplášťová strecha



Obr. 15 | Tok veterného prúdu po jeho pripojení k povrchu strechy



Obr. 16 | Turbulentné prúdenie, vznik podtlaku

rozdeľuje na jednotlivé oblasti, ktoré sa individuálne posudzujú. Práve tu sa uplatňuje súčiniteľ vonkajšieho tlaku.

Strechy bez prevýšeného okraja môžu byť ukončené po obvode nie len ostrou hranou, ale môžu mať i charakter manzardovej hrany alebo hrany zakrivenej /obr. 06/. Výsledný súčiniteľ vonkajšieho tlaku v jednotlivých oblastiach strechy, vzhľadom na ukončenie strechy po obvode, môže byť v prípade ostrých hrán až o $\frac{2}{3}$ väčší ako v prípade striech ukončených po obvode zakrivenou hranou.

STRECHA UKONČENÁ PO OBVODE ATIKOU

V prípade pôsobenia veterných prúdov na strechu s prevýšeným okrajom, napr. atikou, je v závislosti od jej výšky silový účinok vetra na príľahlú časť strechy znížený /obr. 08/.

Veľkosť súčiniteľa vonkajšieho tlaku je v tomto prípade vyjadrený pomerom výšky atiky (zábradlia) ku výške strechy nad terénom a môže byť až o $\frac{1}{4}$ menší, ako v prípade striech ukončených po obvode ostrou hranou.

STRECHA UKONČENÁ PO OBVODE VYSOKOU ATIKOU ALEBO STENOU

Ak je strecha po obvode lemovaná vysokou atikou alebo stenou /foto 09/, je intenzita pôsobenia vetra v tomto smere najmenšia. Veterné prúdy vysokú atiku obtekajú a ich účinok sa rozkladá viac do plochy strechy /obr. 09/.

Pokiaľ na časť obvodu strechy priamo naväzuje vyšší objekt a ostatok obvodu strechy je ukončený hranou alebo atikou, je to obdobný prípad ako budova v tieni vyššieho objektu. Veterné prúdy môžu narážať na naväzujúcu stenu vyššej budovy

/obr. 10/. V závislosti od ich intenzity môže v tomto mieste dôjsť k vzniku vírov a turbulencií, a teda k zväčšeniu zaťaženia vetrom.

VZDUCHOTESNOSŤ OBALOVÝCH KONŠTRUKCIÍ OBJEKTU

Zaťaženie vetrom pôsobí priamo na vonkajšie povrchy uzavretých konštrukcií a vplyvom prievzdušnosti vonkajšieho povrchu pôsobí tiež nepriamo na vnútorné povrchy. Priblížme si teraz jednotlivé riziká strechy vzhľadom na vzduchotesnosť objektu, a to:

- na objekt uzavretý /obr. 11/, kedy je strecha vystavená namáhaniu saním vetra,
- na objekt otvorený /obr. 12/, kde je nutné počítať s maximálnym saním i tlakom vetra na obalové konštrukcie,
- na objekt s ľahkou obvodovou a strešnou konštrukciou /obr. 13/, kde dochádza k infiltrácii a exfiltrácii vzduchu,
- a na objekt s dvojplášťovou strechou /obr. 14/, kedy je horný plášť strechy namáhaný tiež tlakom aj saním.

UZAVRETÝ OBJEKT SO VZDUCHOTESNÝMI OBALOVÝMI KONŠTRUKCIAMI

Z hľadiska silových účinkov sania vetra môžu pre plochú strechu uzavretého objektu nastať dva prípady. Buď k saniu dochádza vplyvom lokálneho zrýchlenia veterného prúdu po jeho pripojení k povrchu strechy /obr. 15/, alebo pri turbulentnom prúdení vplyvom odtrhávania vírov od povrchu strechy, dochádza k lokálnemu zriedeniu vzduchu, čím vzniká podtlak /obr. 16/. Pokiaľ má objekt jednoplášťovú strechu, vzniká pri namáhaní saním vetra pod povlakovou krytinou podtlak, ktorý spolupôsobí pri fixácii vrstiev.

OTVORENÝ OBJEKT

Otvorené objekty nemajú trvalé steny. Ide o objekty čerpacích staníc, holandské stodoly, otvorené sklady atď. Môžu byť otvorené /obr. 17/, alebo polootvorené /obr. 18/, kedy sú z jednej strany uzavreté napr. uloženým materiálom.

FIXÁCIA VRSTIEV STRECHY

Po určení zaťaženia vetrom jednotlivých častí strechy alebo konštrukcie je potrebné navrhnuť s ohľadom na všetky konštrukčné súvislosti vhodný spôsob fixácie vrstiev strechy. K obvyklým používaným spôsobom fixácie patrí:

- mechanické kotvenie,
- lepenie (vrátane natavovania),
- priťaženie,
- prípadne ich kombinácie.

V tomto čísle sa zmienime o fixácii strešných vrstiev priťažením. Mechanickým kotvením a lepením sa budeme zaoberať v niektorom z ďalších čísel časopisu Dektime.

PRIŤAŽENIE

V prípade striech priťažovaných násypom kameniva by nemal byť sklon strechy väčší ako 10%, aby nedochádzalo k zosuvu kameniva. I v prípade vrstiev priťažovaných násypom kameniva a dlažbou je nevyhnutné zvážiť použitie povlakovej krytiny s aditívami zabraňujúcimi prerastaniu koreňov rastlín. Uvedené stabilizačné vrstvy tvoria „živnú pôdu“ pre prípadný rast vegetácie vzhľadom na kumulujúcu sa vodu v týchto vrstvách i možnú vhodnú teplotu. Pri rekonštrukciách s fixáciou strešných vrstiev priťažením je potrebné vypracovať statické posúdenie nosnej strešnej konštrukcie.

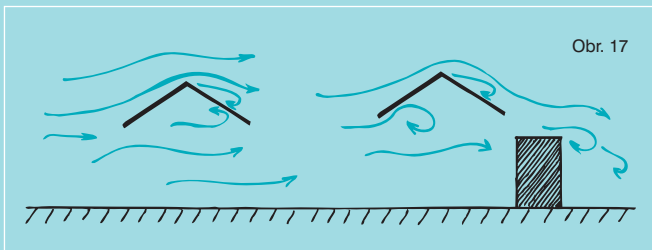
V prípade zabezpečenia polohovej stability vrstiev priťažením či už vrstvami násypu zeminy pri vegetačných strechách, násypom kameniva /foto 11/, alebo dlažbou ukladanou na podložky /foto 10/, odporúčame vypracovať plán priťaženia vrstiev strechy vzhľadom na účinky pôsobenia vetra. Už v štádiu realizácie je nutné priebežne stabilizovať jednotlivé vrstvy vzhľadom na pôsobenie vetra.

Príkladom je hotel Bellevue v Hornom Smokovci /foto 13, foto 14/, kde sú jednoplášťové ploché strechy s klasickým poradím vrstiev. Z hľadiska vzduchotesnosti obalových konštrukcií sa zaraďuje k uzavretým objektom. Do návrhu fixácie vrstiev strechy priťažením vstupovali nasledujúce skutočnosti:

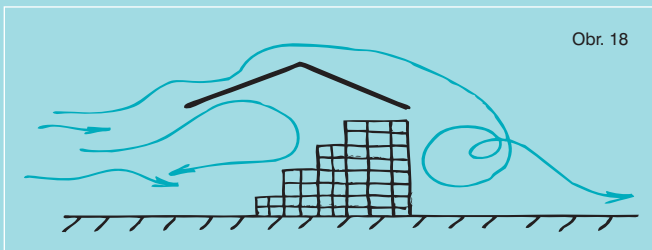
- strecha má komplikovaný pôdorys s množstvom prestupujúcich konštrukcií,
- nadmorská výška objektu je 970 m n. m.,
- aj napriek tomu, že hotel obkolesujú vrcholy Vysokých Tatier, intenzita pôsobenia vetra môže dosiahnuť extrémne hodnoty (príkladom je orkán spred 3 rokov, rýchlosť vetra v nárazoch 123 km/hod),
- objekt je v orograficky členitom teréne /foto 11/.

10





Obr. 17



Obr. 18

Obr. 17-18 | Otvorené a polootvorené prístrešky

Stupeň uzavretia prierezu pod prístreškom závisí od súčiniteľa zaplnenia. Výslednú silu predstavuje celkový súčiniteľ závislý nie len od súčiniteľa zaplnenia, ale i od prípadného sklonu prístrešku. Výsledný súčiniteľ rozdielu tlakov pri otvorenom prístrešku môže byť i dvojnásobne vyšší ako pri uzavretom prístrešku.

OBJEKT S LAHKOU OBVODOVOU A STREŠNOU KONŠTRUKCIOU

Pri objektoch s ľahkou obvodovou a strešnou konštrukciou je nutné počítať s prúdením vzduchu konštrukciami.

Ak obvodová stena nie je tesná, alebo sú v nej veľké otvory ako vráta a pod., dochádza k tlakovým účinkom na plochú strechu zo strany interiéru /obr. 19/. To má význam hlavne pri strechách s ľahkou a netesnou nosnou strešnou konštrukciou (trapézové plechy, OSB dosky, ...).

V prípade nevzduchotesného strešného plášťa dochádza k opačnému javu oproti uzavretým vzduchotesným objektom.

Pri namáhaní povlakovej krytiny saním vetra nespôsobí pri fixácii vrstiev žiaden podtlak /obr. 20/. Je to spôsobené značným nasávaním vzduchu z interiéru do strešného plášťa cez jeho netesnosti. To okrem iného zvyšuje v podstatnej miere dynamické účinky napr. na jednotlivé kotevné prvky.

Prúdici vzduch z interiéru so sebou nesie obvykle veľké množstvo vlhkosti. To môže spôsobiť nadmernú kondenzáciu vodnej pary, a teda vznik korózneho prostredia pre materiály v skladbe strechy, napr. kotvy. Obdobné účinky ako pôsobenie vetra majú na netesné ľahké obvodové konštrukcie aj účinky vdychotechniky.

OBJEKT S DVOJPLÁŠŤOVOU STRECHOU

Pri dvojplášťových strechách do vzduchovej vrstvy môže vtrázať veľký prúd vzduchu, ktorý v prípade netesného horného plášťa môže spôsobovať dvíhanie povlakovej krytiny alebo i ostatných vrstiev horného plášťa /obr. 21/. Účinok je teda



11

Hotel Bellevue je príklad objektu, ktorý v plnej miere nepostihuje norma STN P ENV 1991-2-4. Návrh rohových a okrajových oblastí bolo potrebné individuálne zvážiť a posúdiť na účinky vetra. Pri veľkých rýchlostiach veterných prúdov totiž hrozilo riziko preskupovania štrku do plochy strechy, prípadne až „odstreľovanie“ jednotlivých kamienkov zo strechy. Obvykle na tento účel prifaženia postačuje

frakcia 16/32, avšak v niektorých prípadoch je potrebné zvážiť použitie vyššej frakcie napr. 32/64. V oblastiach rohov a hrán strechy sa naviac pristúpilo k ďalšiemu prifaženiu betónovou dlažbou v dvoch vrstvách /foto 15/. V prípade dvojvrstvovo ukladanej dlažby je nutné z dôvodu spolupôsobenia jednotlivé kusy dlažby pevne zoskrutkovať.

- 10| Strecha prifažená dlažbou na terčoch
- 11| Geografická lokalita hotela Bellevue
- 12| Strecha prifažená násypom kameniva
- 13| Hotel Bellevue, Horní Smokovec
- 14| Plochá strecha objektu
- 15| Prifaženie okrajových oblastí betónovou dlažbou



12



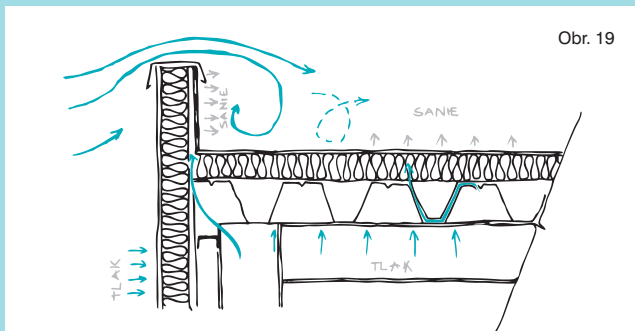
13



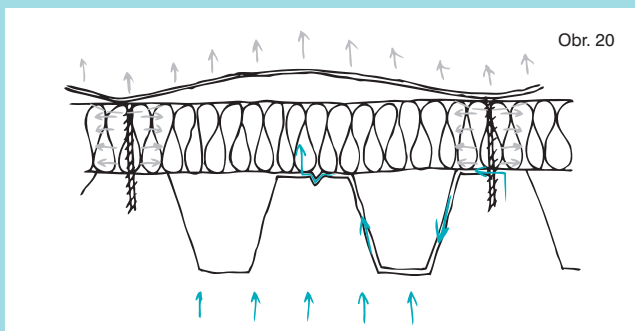
14



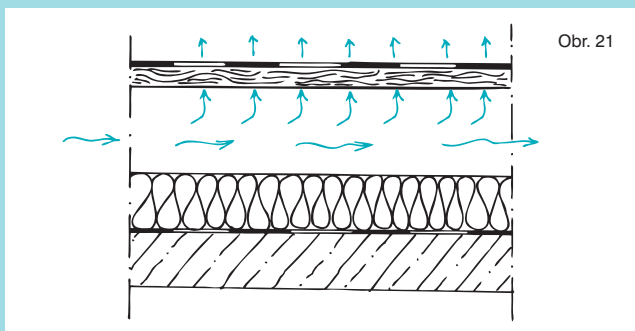
15



Obr. 19



Obr. 20



Obr. 21

obdobný ako pri otvorených objektoch, alebo objektoch s ľahkou obvodovou a strešnou konštrukciou.

Preto je nutné pri dvoj- a viacplášťových strechách individuálne vypočítať silu od pôsobenia vetra oddelene pre každý plášť.

ZÁVER

Nakolko mnohé parametre sú tak premenlivé, že samotný účinok vetra a jeho priebeh v ploche strechy nikdy nemožno zovšeobecňovať a platia len na konkrétnom mieste a v konkrétnom čase, podcenenie zaťaženia plochých striech vetrom je mimoriadne nebezpečné a prípad od prípadu rozdielne.

<Monika Jozefíková>

FOTO:

Monika Jozefíková
www.beliansketatry.sk

KRESBA OBRÁZKOV:

Monika Jozefíková

PODKLADY:

- [1] Publikácie KUTNAR – Skladby a detaily (DEKTRADE a.s.)
- [2] ČSN P ENV 199-2-4 (73 0035) „Zásady navrhování a zatížení konstrukcí; část 2-4: Zatížení konstrukcí – Zatížení větrem“
- [3] Zborník zo sympózia plochých striech (2007)
- [4] STN P ENV 199-2-4 (73 0036) „Zásady navrhovania a zaťaženia konštrukcií; časť 2-4: Zaťaženie konštrukcií- Zaťaženie vetrom“

Obr. 19| Tok veterných prúdov pri streche s netesnými obalovými konštrukciami

Obr. 20| Tok veterných prúdov pri netesnej streche

Obr. 21| Tok veterných prúdov pri dvojplášťovej streche s vetranou vzduchovou vrstvou