

Zatížení větrem podle ČSN EN 1991-1-4 zvýší ceny konstrukcí stěn a opláštění



Ing. Jaroslav Vácha

Absolvent Stavební fakulty ČVUT v Praze, obor konstrukce a dopravní stavby (1984). Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb. Vedoucí projektant ocelových konstrukcí ve firmě Excon a.s., specializace pro atypické nosné konstrukce, tenkostěnné prvky a řešení havarijních stavů konstrukcí.
E-mail: vacha@excon.cz

Dnem 1. dubna 2010 skončila souběžná platnost ČSN a EN pro navrhování stavebních konstrukcí. Nadále lze používat pouze EN a tím končí možnost vybrat si pro návrh ekonomicky výhodnější postup.

Zatímco například pro navrhování ocelových konstrukcí byl rozdíl mezi ČSN a EN zanedbatelný a výpočetní postupy byly analogické, pro stanovení hodnot jednotlivých typů zatížení je postup dle EN v některých případech velmi odlišný a stejně odlišné jsou i výsledné hodnoty tohoto zatížení. Jako významný se jeví nárůst hodnot zatížení větrem podle ČSN EN 1991-1-4 v porovnání se zrušenou ČSN 730035, a to i v případě nejběžnějších konstrukcí pozemních staveb, u kterých bude ekonomický dopad největší.

Úvod

Zatížení větrem jako klimatické zatížení provází člověka od počátku jeho pokusů o stavební činnost. Vzhledem k charakteru je vítr nejrozšířenějším klimatickým zatížením, které se vyskytuje po celém světě. Představíme-li si působení větru např. na stromy z pohledu statika, jedná se o působení dynamicky proměnného zatížení na vertikální konzolu. Samotná odezva stromu je nelineární. Při zvyšujícím se zatížení se plocha stromu vystavená větru zmenšuje. Strom se ohýbá a listy vlají po větru. Při dalším zvyšování zatížení může např. některá větev prasknout, což je vlastně destrukce nejslabší části konstrukce. Může však také dojít k prasknutí celého kmenu nebo k vyvrácení stromu, což lze popsat jako totální destrukci konstrukce. V průběhu tisíciletí vývoje stavební činnosti se konstrukce stavějí stále větší a štíhlejší a tím roste i vliv zatížení větrem. U historických masivních staveb byl vliv zatížení větrem poměrně malý. I v tomto případě však máme v historických pramenech zmínky o haváriích takových konstrukcí vyvolaných větrem, jako např. zřícení části štítu Anenského kláštera v roce 1492. Větší vliv mělo zatížení větrem na subtilnější dřevěné části staveb nebo na celé dřevěné stavby. O haváriích dřevěných staveb nebo alespoň nosných částí střech

je již od středověku až po dnešek záznamů více. Typickým příkladem je větší počet zřícených dřevěných rozhleden na přelomu 19. a 20. století. S nástupem nových materiálů od poloviny 19. století jako železový beton, železo a potom ocel se konstrukce dále zešťihují a zvětšují se jejich výšky nebo rozpětí. U takových konstrukčních systémů roste vliv dynamického charakteru zatížení větrem, který se projevuje nebezpečným rezonančním kmitáním konstrukčních částí nebo i celých konstrukcí. Typickým příkladem takto havarovaných konstrukcí je zřícení mostu Tacoma Narrows Bridge 7. 11. 1940.

Vývoj názorů na zatížení konstrukcí větrem

Způsob navrhování konstrukcí se vyvíjí současně s prohlubováním znalostí o zatížení. Koncem 19. století bylo dle [3] a [5] zatížení větrem specifikováno jako tlak 100 kg/m^2 při rychlosti větru 30 m/s . Sání větru samostatně zmiňováno nebylo. Začátkem 20. století dle [6] se v rakousko-uherských zemích zatížení větrem uvažovalo 120 kg/m^2 s doporučením na zvýšení na 150 kg/m^2 „při stavbách větru zvláště vystavených“. K dalšímu zvýšení základního tlaku větru je přistoupeno dle [7]. Tlak větru je stanoven na 150 kg/m^2 s doporučením na zvýšení na 200 kg/m^2 „na části zvláště větru vydané, např. na střechy věží, anebo alespoň na jejich korunující části“. V oblastech s výskytem vichřic (bora) se doporučuje dokonce 250 kg/m^2 , což se však evidentně týká Dalmácie. Současně je však poprvé stanoveno zatížení na celou konstrukci, resp. výztužný systém, na 75 kg/m^2 a také zatížení zevnitř částečně otevřených konstrukcí 60 kg/m^2 . Směr větru je ve všech dosud citovaných publikacích uvažován vodorovný nebo s odchylkou 10° od vodorovné roviny pro získání nepříznivějšího účinku na střechy.

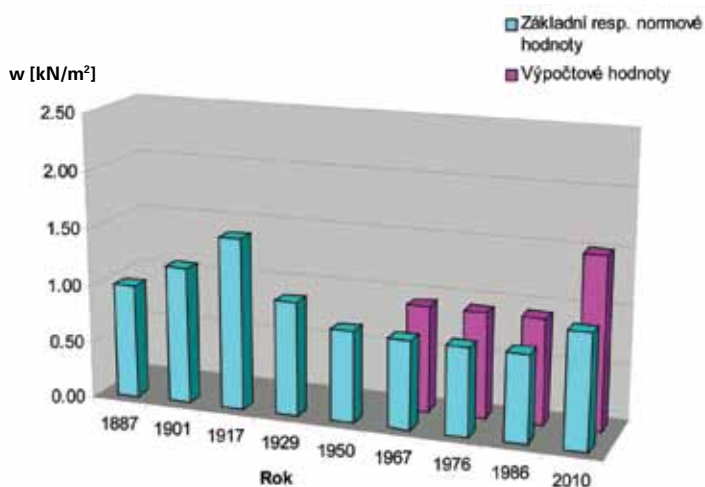
K dalšímu upřesnění zatížení dochází v roce 1929, kdy je Českou normalizační společností vydána ČSN 1050-1929 [10]. Pro konstrukce vyšší než 20 m je zachována hodnota základního tlaku větru kolmo na stěnu 150 kg/m^2 , pro výšku do 5 m 75 kg/m^2 s interpolací mezilehlých hodnot. V krajinách, kde se vyskytují silné větry a u částí zvláště větru vydaných, se doporučuje tlak zvýšit o 50% . Hodnota tlaku větru zevnitř při otevřených stěnách zůstává 60 kg/m^2 . Nově se předpokládá, že vítr působí vodorovně bez odchylky 10° .

V roce 1944 byla vydána nová revize ČSN 1950, která výrazně změnila způsob stanovení zatížení větrem. Je zajímavé, že poválečné publikace, jako např. [13], se s odkazem na údajnou složitost a nesjednocení s ostatními normami vracejí k předválečnému znění normy zatížení.

Další zásadní revize této normy zatížení je vydána v roce 1950, viz [14], [18]. Tlak větru je odstupňován dle výšky objektu, např. pro $h=10 \text{ m}$ je $v = 80 \text{ kg/m}^2$, $h = 30 \text{ m}$ je $v = 120 \text{ kg/m}^2$ a pro $h = 60 \text{ m}$ je $v = 144 \text{ kg/m}^2$. Pro konstrukce do výšky 30 m se počítá tlak pro nejvyšší výšku objektu, nad 30 m se tlak větru řeší pro výšková pásma. Konstrukce se vyšetřují pro zatížení tlakem větru na straně návětrné nebo také nově sáním větru o stejné velikosti na straně závětrné, nikoliv ale současně.

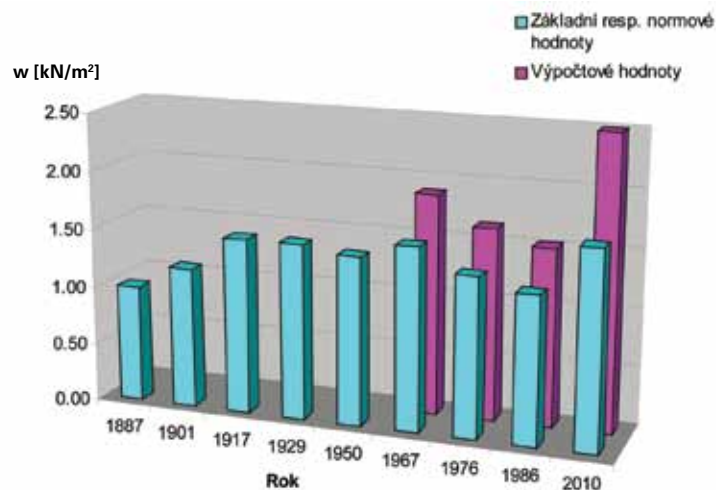
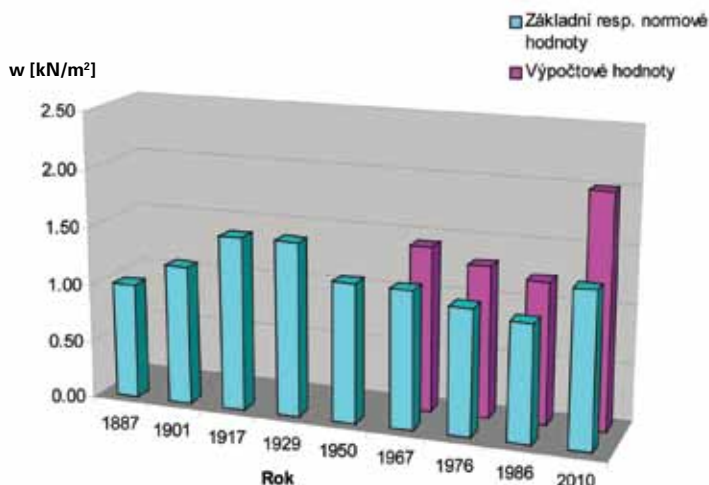
V roce 1953 je ČSN 1950 nahrazena novými ČSN 731210 až ČSN 731212 viz [15], zatížení větrem obsahuje poslední z nich. Zá-

kladní zatížení větrem po výškových pásmech zůstává zachováno, pouze spodní hranice pro odstupňování větru po konstrukci se snižuje na 20 m. Zásadní novinkou je současné působení tlaku a sání větru na konstrukci. Při vyšetřování celé běžné konstrukce je základní tlak větru rozdělen na tlak na návětrné straně $0,6w \cdot \sin(\alpha)$ a sání na závětrné straně $-0,4w$, pro vítr rovnoběžný s hřebenem střechy pak $-0,5w$. Lokální účinky na části konstrukce se počítají s celou hodnotou základního tlaku $+w$ resp. $+w \cdot \sin(\alpha)$. V roce 1958 je zatížení sněhem a větrem sloučeno s ostatními typy zatížení do sjednocené nové ČSN 731210. Základní údaje o zatížení větrem nedoznaly změn. V roce 1967 byla schválena nová ČSN 730035 [19], která přinesla novinku v metodě navrhování dle mezních stavů. Normové zatížení větrem je specifikováno jako součin tlaku větru a aerodynamických součinitelů. Tlak větru je udán tabulkou v závislosti na výšce nad terénem a aerodynamický součinitel závisí na schématech a rozměrech konstrukce větru vystavené. Kromě celkového působení konstrukce jsou podrobně řešeny i případy lokálního působení na části konstrukcí. Pro konstrukce vyšší než 20 m se používá odstupňování tlaku větru po výškových pásmech. V roce 1976 byla schválena revize ČSN 730035 [20]. V této revizi došlo k uplatnění mapy větrových oblastí III až VI pro stanovení základního tlaku větru. Nově je zavedena kategorizace terénu A a B dle drsnosti povrchu země. Změněna byla křivka nárůstu tlaku větru s výškou. Rozšířena byla schémata budov pro stanovení součinitelů tvaru. Pro konstrukce vyšší než 10 m se používá odstupňování tlaku větru po výškových pásmech. Zcela nově je řešena problematika dynamických účinků větru. Poslední velká revize ČSN 730035 byla schválena roce v 1986 [21] a v této podobě s uplatněním pozdějších změn a oprav platila až do svého zrušení v letošním roce.



▲ Obr. 1. Porovnání základního zatížení větrem pro výšku 10 m

▼ Obr. 2. Porovnání základního zatížení větrem pro výšku 30 m



▲ Obr. 3. Porovnání základního zatížení větrem pro výšku 60 m

Od devadesátých let se pracuje na Eurokódech jako společných evropských předpisech. Od roku 1997 byla zavedena předběžná ČSN P ENV 1991-2-4 a její platnost skončila k 1. 1. 2009. Od roku 2005 resp. v revidované podobě od roku 2007 platí ČSN EN 1991-1-4 [22]. Tato norma pro zatížení větrem je v současné době jediná platná. V následujících obrázcích 1 až 3 je porovnáno základní zatížení větrem ve výšce 10, 30 a 60 m. Pro hodnoty dle ČSN 730035 (roky 1967 až 1986) je uvažována větrová oblast IV, terén A, celkový tvarový součinitel 1,4 a pro výpočtové hodnoty součinitel zatížení 1,2. Pro hodnoty dle ČSN EN 1991-1-4 (2010) je uvažována oblast II, terén kategorie II, celkový tvarový součinitel 1,3 resp. 1,35, korelační součinitel 0,85 resp. 0,89 a pro výpočtové hodnoty součinitel zatížení 1,5. Pro toto orientační srovnání je nutné připomenout, že oblast IV a příznivější oblast III dle ČSN 730035 [21] představují každá cca 40 % území republiky, zatímco oblast II dle ČSN EN 1991-1-4 [22] představuje min. 70 % území a příznivější oblast I méně než 10 %.

Porovnání velikosti zatížení větrem podle ČSN 730035 a ČSN EN 1991-1-4 pro oblast Elektrárny Tušimice II

Vstupní parametry srovnávacího výpočtu

Pro srovnávací výpočet byl vybrán konkrétní objekt Elektrárny Tušimice II, který prochází v současné době kompletní obnovou včetně výměny stěnového a střešního pláště hlavního výrobního bloku. Nový stěnový plášť byl řešen dle ČSN 730035 [21]. Současně se připravuje kompletní obnova sousední Elektrárny Pruněřov, která ale bude řešena již dle nové ČSN EN 1991-1-4 [22]. Srovnání vlivu změny předpisů je v tomto případě zcela konkrétní, protože změna velikosti zatížení má přímý dopad na konstrukční řešení. Dle [21] se objekt nalézá ve III. větrové oblasti a terénu typu A. Dle [22] se objekt nalézá ve II. větrové oblasti a terénu kategorie II. Modelově je srovnávací výpočet proveden pro ocelový skelet o půdorysných rozměrech 30x30 m a o výšce 30 nebo 60 m, v obou případech se sedlovou střechou ve sklonu 5 % bez atiky nebo zábradlí. Jako nosný prvek stěn je uvažována kazeta o rozpětí 6 m a výšce 600 mm. Pro stanovení účinků větru na celý objekt nebo na samostatné stěnové prvky jsou uvažovány pouze vnější účinky kolmo na stěny (tření o plášť ani vnitřní tlaky uvažovány nejsou). Zatížení je pro srovnání vyčísleno v charakteristických hodnotách.

Globální účinky podle ČSN 730035 a ČSN EN 1991-1-4

Základní tlak větru dle [21] pro danou větrovou oblast a typ terénu je $w_0 = 0,45 \text{ kN/m}^2$. Oba objekty jsou po výšce rozděleny na pásy po 10 m, ve kterých je jednotlivě vyčíslen tlak větru pro střed pásu.

Globální účinky dle ČSN 730035									
Objekt H=30 m					Objekt H=60 m				
wn [kN/m ²]	hi [m]	Ai [m ²]	Wi [kN]	Mwi [kNm]	wn [kN/m ²]	hi [m]	Ai [m ²]	Wi [kN]	Mwi [kNm]
0,45	5	300	176	878	0,45	5	300	189	945
0,50	15	300	195	2925	0,50	15	300	210	3150
0,57	25	300	222	5558	0,57	25	300	239	5985
					0,62	35	300	260	9114
					0,67	45	300	281	12663
					0,70	55	300	294	16170
Celkem			593	9360	Celkem			1474	48027

▲ Tab. 1. Globální účinky zatížení větrem dle ČSN 730035

Globální účinky dle ČSN EN 1991-1-4									
Objekt H=30 m					Objekt H=60 m				
qp,i [kN/m ²]	hi [m]	Ai [m ²]	Wi [kN]	Mwi [kNm]	qp,i [kN/m ²]	hi [m]	Ai [m ²]	Wi [kN]	Mwi [kNm]
1,21	30	900	1203	18050	1,21	30	900	1308	19627
					1,41	60	900	1525	68612
Celkem			1203	18050	Celkem			2833	88238

▲ Tab. 2. Globální účinky zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Tvarové součinitele pro stěny jsou stanoveny dle tab. 20 poř. 3. [21]: C_{e} (návětrná stěna) = +0,8; C_{e} (boční a závětrná stěna) = -0,5 pro objekt výšky 30 m ($l/b = 1$ a $h/b = 1$); C_{e} (boční a závětrná stěna) = -0,6 pro objekt výšky 60 m ($l/b = 1$ a $h/b = 2$).

$$w_{n,i} = w_o \cdot \kappa_w \cdot \Sigma C_e$$

$W_i = w_{n,i} \cdot A_i$ – celková vodorovná síla na objekt v každém výškovém pásu.

$M_{w,i} = W_i \cdot h_i$ – celkový ohybový moment síly v pásu k úrovni založení.

Charakteristická desetiminutová střední rychlost větru ve výšce 10 m pro uvažovanou II. větrovou oblast dle [22] je $v_{b,0} = 25$ m/s. Součinitel terénu $k_r = 0,19$ pro kategorii terénu II. Součinitel c_{dir} , c_{season} a $c_{ol(z)}$ jsou rovny 1,0. Objekt výšky 30 m je řešen jako celek s referenční výškou $z_e = 30$ m, objekt výšky 60 m je řešen ze dvou pásů jednotlivé výšky 30 m s referenčními výškami $z_{e,1} = 30$ m a $z_{e,2} = 60$ m. Součinitele orografie jsou $c_{r(z=30m)} = 1,215$ a $c_{r(z=60m)} = 1,347$. Intenzity turbulence větru jsou $I_{v(z=30m)} = 0,156$ a $I_{v(z=60m)} = 0,141$. Střední rychlosti větru jsou $v_{m(z=30m)} = 30,38$ m/s a $v_{m(z=60m)} = 33,68$ m/s.

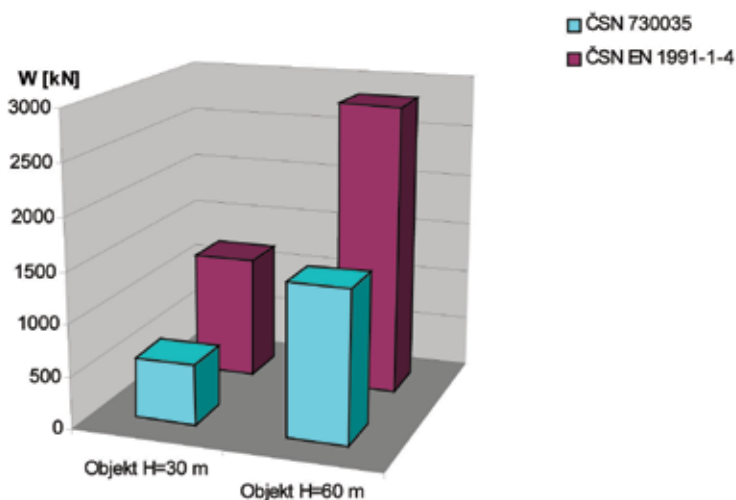
Z těchto hodnot pak maximální dynamické tlaky jsou $q_{p(z=30m)} = 1,21$ kN/m² a $q_{p(z=60m)} = 1,41$ kN/m². Součinitel konstrukce c_{scd} je uvažován roven 1,0 (přesnější analýza dle obr. D1 [22] by se pohybovala v rozmezí 0,92 pro objekt výšky 30 m po 0,97 pro objekt výšky 60 m). Vliv nedostatečné korelace na návětrné a závětrné straně je uvažován hodnotou 0,85 pro objekt výšky 30 m ($h/d=1$) a 0,89 pro objekt výšky 60 m ($h/d = 2$). Součinitele tlaku pro pozemní stavby a plochu 10 m² jsou stanoveny dle tabulky 7.1 [22]: $C_{pe,10}$ (oblast D) = +0,8; $C_{pe,10}$ (oblast E) = -0,5 pro objekt výšky 30 m ($h/d = 1$); $C_{pe,10}$ (oblast E) = -0,55 pro objekt výšky 60 m ($h/d = 2$). $W_i = q_{p,i} \cdot A_i \cdot 0,85(0,89) \cdot \Sigma C_{pe}$ – celková vodorovná síla na objekt v každém výškovém pásu.

$M_{w,i} = W_i \cdot r_i$ – celkový ohybový moment síly v pásu k úrovni založení, ramena sil jsou $r_1 = h_1/2$; $r_2 = h_1 + (h_2 - h_1)/2$.

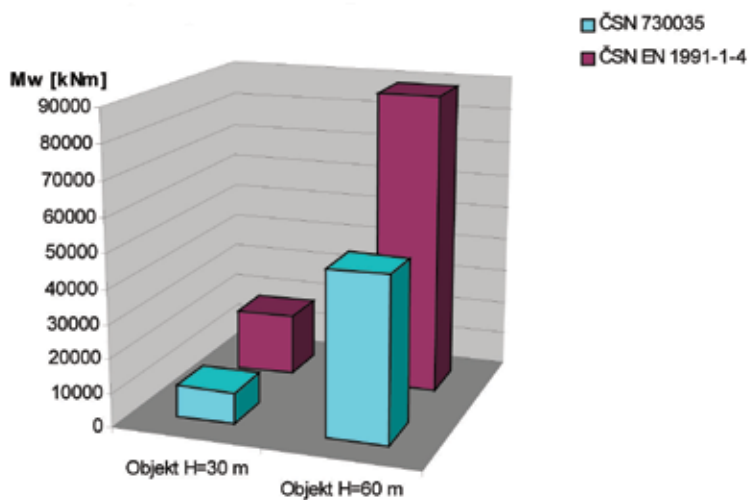
Lokální účinky podle ČSN 730035 a ČSN EN 1991-1-4

Základní parametry pro vyčíslení lokálních účinků dle předchozího odstavce jsou zachovány. Lokální tvarové součinitele pro stěny jsou stanoveny dle tab. 23 poř. 1. [21]: C_1 (návětrná stěna) = +1,0; C_1 (závětrná stěna) = -0,8. Pro nároží dle tab. 23 poř. 3. [21] je šířka

▼ Obr. 4. Porovnání vodorovné síly od globálních účinků



▼ Obr. 5. Porovnání ohybového momentu na základy od globálních účinků



Lokální účinky dle ČSN 730035									
Objekt H=30 m									
Tlak		Sání v nároží		Sání zbytek		Krajní kazeta		Vnitřní kazeta	
cl	wn [kN/m ²]	cl	wn [kN/m ²]	cl	wn [kN/m ²]	tlak [kN/m ²]	sání [kN/m ²]	tlak [kN/m ²]	sání [kN/m ²]
1,0	0,57	-1,2	-0,68	-0,80	-0,46	0,57	-0,57	0,57	-0,46
Objekt H=60 m									
Tlak		Sání v nároží		Sání zbytek		Krajní kazeta		Vnitřní kazeta	
cl	wn [kN/m ²]	cl	wn [kN/m ²]	cl	wn [kN/m ²]	tlak [kN/m ²]	sání [kN/m ²]	tlak [kN/m ²]	sání [kN/m ²]
1,0	0,7	-1,5	-1,05	-0,80	-0,56	0,7	-0,81	0,70	-0,56

▲ Tab. 3. Lokální účinky zatížení větrem dle ČSN 730035

Lokální účinky dle ČSN EN 1991-1-4									
Objekt H=30 m									
Tlak oblast D		Sání oblast A		Sání oblast B		Krajní kazeta		Vnitřní kazeta	
cpe,3,6	wn [kN/m ²]	cpe,3,6	wn [kN/m ²]	cpe,3,6	wn [kN/m ²]	tlak [kN/m ²]	sání [kN/m ²]	tlak [kN/m ²]	sání [kN/m ²]
0,89	1,08	-1,29	-1,56	-0,93	-1,13	1,08	-1,56	1,08	-1,13
Objekt H=60 m									
Tlak oblast D		Sání oblast A		Sání oblast B		Krajní kazeta		Vnitřní kazeta	
cpe,3,6	wn [kN/m ²]	cpe,3,6	wn [kN/m ²]	cpe,3,6	wn [kN/m ²]	tlak [kN/m ²]	sání [kN/m ²]	tlak [kN/m ²]	sání [kN/m ²]
0,89	1,25	-1,29	-1,82	-0,93	-1,31	1,25	-1,82	1,25	-1,31

▲ Tab. 4. Lokální účinky zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

svislého pásu zvýšeného účinku větru $d = 3,0$ m od rohu s hodnotami: $C_1 = -1,2$ (pro objekt výšky 30 m); $C_1 = -1,5$ (pro objekt výšky 60 m). Účinky větru jsou vyčísleny pro kazetu v krajním poli délky 6 m (kde se v úseku 3 m projeví zvýšené účinky v nároží, na zbytku kazety pak běžné účinky) a ve středním poli délky 6 m (kde jsou účinky rovnoměrné po celé délce kazety). Pro objekt výšky 30 m je uvažována kazeta v úrovni +25 m, pro objekt výšky 60 m pak kazeta v úrovni +55 m (pro oba objekty tedy v horních úsecích).

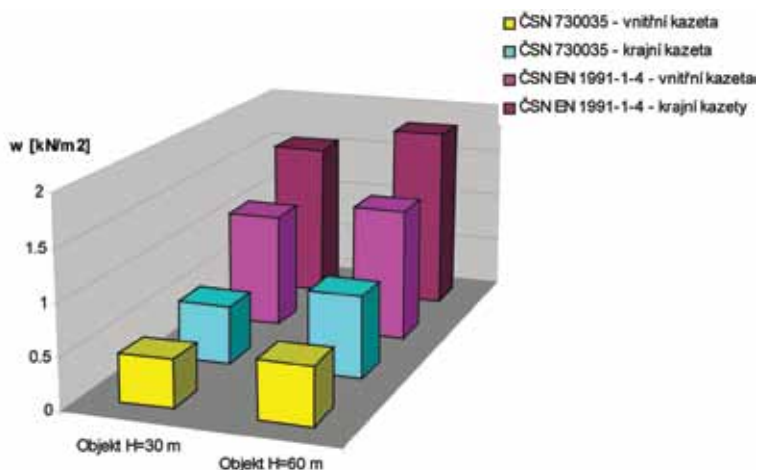
Součinitele tlaku pro pozemní stavby jsou stanoveny dle tabulky 7.1 [22] s tím, že pro plochu kazety $0,6 \cdot 6,0 = 3,6$ m jsou součinitele přepočteny z hodnot $C_{pe,1}$ a $C_{pe,10}$ na hodnotu $C_{pe,3,6}$. Tlak je řešen pro oblast D (návětrná stěna), sání je řešeno pro boční stěny a oblast A se zvýšeným účinkem sání v délce 6 m od nároží a pro oblast B

ve zbytku boční stěny: $C_{p,3,6}$ (oblast D) = +0,89; $C_{p,3,6}$ (oblast A) = -1,29; $C_{p,3,6}$ (oblast B) = -0,93. Účinky větru jsou vyčísleny pro kazetu v krajním poli délky 6 m, kde se v celé délce projeví vliv oblasti A a pro kazetu ve vnitřním poli v oblasti B. Pro objekt výšky 30 m je uvažována kazeta v referenční výšce +30 m, pro objekt výšky 60 m pak kazeta v referenční výšce +60 m.

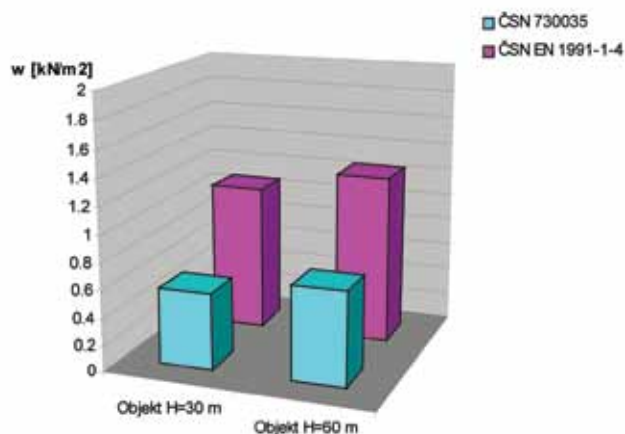
Závěr

Jak vyplývá z porovnání výsledků modelového příkladu pro konkrétní lokalitu, jsou hodnoty zatížení dle nové ČSN EN 1991-1-4 [22] výrazně nepříznivější než dle již neplatné ČSN 730035 [21].

▼ Obr. 6. Porovnání sání na kazety od lokálních účinků



▼ Obr. 7. Porovnání tlaku na kazety od lokálních účinků



Objekt		ČSN EN 1991-1-4	ČSN 730035
H=30 m	Krajní kazety	K 160/600/1,00	K 160/600/0,75
	Vnitřní kazety	K 160/600/1,00	K 160/600/0,75
H=60 m	Krajní kazety	K 160/600/1,25	K 160/600/0,75
	Vnitřní kazety	K 160/600/1,00	K 160/600/0,75

▲ Tab. 5. Porovnání stěnových kazet

Hodnoty zatížení pro globální účinky na konstrukci jsou téměř dvojnásobné. Pro lokální sání zejména v krajích objektu je rozdíl v zatížení ještě větší. Podobné výsledky lze očekávat na téměř 40 % českého území, kde původní III. větrová oblast dle [21] přechází v II. oblast dle [22]. V oblastech, kde původní III. oblast dle [21] je klasifikována jako I. oblast dle [22] resp. IV. oblast dle [21] jako II. oblast dle [22], je rozdíl v zatížení nižší asi o čtvrtinu. I tento rozdíl je však nesmírně závažný z hlediska nutnosti řešit konstrukce únosnější.

Protože běžné pozemní stavby, které byly na našem území po desítky let realizovány v souladu s rušenou ČSN 730035, nevykazují žádnou mimořádnou míru poruch způsobených větrem, je třeba si položit otázku o ekonomickém důsledku tak výrazného zpřísnění hodnot zatížení. V tab. 5 je srovnání vyhovujících kazet typu K160/600 pro jednotlivá zatížení v tlaku a sání pro krajní a střední pole při rozpětí 6 m pro objekt v Tušimicích. Z tabulky vyplývá zvýšení tloušťky a tím i ceny kazet min. o 33 %.

Pro většinu běžných konstrukcí pozemních staveb s lehkými pláštěmi je z hlediska účinku větru nejrizikovějším místem přípoj prvků pláště vzájemně nebo do hlavní nosné konstrukce. Destrukce celého stěnového prvku působením větru je velmi neobvyklá. Přesto aplikací nové normy dochází k nutnosti používat buď výrazně silnější stěnové prvky jako kazety, sendvičové panely, pažďíky a stěnové sloupky, nebo se musí zmenšit rozpětí těchto prvků a tím zvýšit hmotnost hlavní nosné konstrukce. Metodika návrhu dle [21] je české technické veřejnosti dostatečně známa, protože se používá již desítky let. Naopak postup dle [22] je v mnoha ohledech odlišný a nutno konstatovat, že i užitelsky méně vstřícný. Proto k masovému použití nových postupů jsme nuceni až nyní. Tím lze vysvětlit, proč tento problém závažného nárůstu nákladů na opláštění nebyl dříve diskutován. ■

Použitá literatura:

- [1] Pek, B.: Stavební mechanika, Knihkupectví dra Grégra a Ferd. Dattla, 1881
- [2] Stavební řád pro král. hlavní město Prahu a předměstí, zákon daný dne 10. dubna 1886
- [3] Pacold, J.: Staviteleský praktik, druhé rozmnožené vydání, tiskem dra Ed. Grégra, 1887
- [4] Stavební řád pro království české (vyjmouc obce, pro něž platí stavební řád z 10. dubna 1886 č. 40 z.z.), daný zákonem z 8. ledna 1889
- [5] Pacold, J.: Statika konstrukcí pozemního stavitelství, II. rozšířené a znovu upravené vydání, tiskem Alois Wiesner, 1897
- [6] Červený, F., Řehořovský, V.: Technický průvodce pro inženýry a stavitele, svazek třetí, Nákladem vlastním v kommissi knihkupectví Fr. Řivnáče, 1901
- [7] Červený, F., Řehořovský, V.: Technický průvodce pro inženýry a stavitele, svazek třetí, Statika stavebních konstrukcí, Nákladem České matice technické v komisi knihkupce Fr. Řivnáče, 1917

- [8] Červený, F., Řehořovský, V.: Technický průvodce pro inženýry a stavitele, sešit čtvrtý, Statika stavebních konstrukcí, Nákladem České matice technické v komisi knihkupce Fr. Řivnáče, 1923
- [9] Červený, F., Řehořovský, V.: Technický průvodce pro inženýry a stavitele, Statické tabulky, Nákladem České matice technické v komisi knihkupce Fr. Řivnáče, 1924
- [10] Červený, F., Řehořovský, V.: Technický průvodce pro inženýry a stavitele, sešit čtvrtý, Statika stavebních konstrukcí, Nákladem České matice technické v komisi knihkupce Fr. Řivnáče, 1931
- [11] Bažant, Z., Klokner, F., Kolář, J.: Statika stavebních konstrukcí, páté opravené a doplněné vydání, Nákladem České matice technické v komisi knihkupce Fr. Řivnáče, 1941
- [12] Čuřík, F., Jareš, V., Klokner, F.: Matematické a statické tabulky, třetí vydání, Nákladem České matice technické v komisi knihkupce Fr. Řivnáče, 1944
- [13] Bažant, Z., Klokner, F., Kolář, J.: Statika stavebních konstrukcí, šesté vydání, Nákladem České matice technické v komisi knihkupce Fr. Řivnáče, 1946
- [14] Klokner, F.: Statické tabulky, čtvrté vydání přepracované a rozšířené, Technicko-vědecké vydavatelství, Praha 1952
- [15] Klokner, F.: Statické tabulky, šesté přepracované a rozšířené vydání, SNTL, Praha 1959
- [16] Faltus, F.: Ocelové konstrukce pozemního stavitelství, Nakladatelství ČSAV, Praha 1960
- [17] Novák, O., Hořejší, J.: Statické tabulky pro stavební praxi, SNTL, Praha 1978
- [18] ČSN 1050-1950 Zatížení stavebních konstrukcí (3. vydání)
- [19] ČSN 730035 – Zatížení konstrukcí pozemních staveb, 1967
- [20] ČSN 730035 – Zatížení stavebních konstrukcí, 1976
- [21] ČSN 730035 – Zatížení stavebních konstrukcí, 1986
- [22] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, 2007
- [23] Vácha, J.: Porovnání zatížení větrem dle EN 1991-1-4 a ČSN 730035 na stěny běžného pozemního objektu, sborník XII konference Ocelové konstrukce 2010, Karlova Studánka

english synopsis

Wind loads according to ČSN EN 1991-1-4 and increase in the price of the walls of the most common constructions

Parallel validity of ČSN and EN codes for design of structures ended on the 1st April 2010. Only EN continue to be used and thus the possibility to choose more economical design process is over. While the differences between ČSN and EN for design of steel structures are insignificant and computational procedures are analogous, procedures according to EN for determination of values of each type of loads are in some events very different as well are different resultant values of this load. Increasing wind load according to EN 1991-1-4, as compared to ČSN 730035, seems significant even in the most common constructions which will have the big economic impact.

klíčová slova:

navrhování ocelových konstrukcí, zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

keywords:

design of steel structures, wind load according to ČSN EN 1991-1-4