

High-rise - Wind Effects to High-Rise Buildings - Project Description

Structural Engineering at its Limits

In the last decade the construction of high rise buildings was drastically increased. The city of Frankfurt is an example for the fast development of a high-rise skyline. In the meantime urban planners have reached the 300 meter limit for the high rises. Apart from the socio-economic problems arising with them, the structural engineers have to face the following hurdles concerning the construction and the dynamic behavior of the buildings.

■ The currently available codes for wind loads are designed for buildings with a maximum height of 200 meters. Appropriate transfer modalities are missing.

■ Strong wind events of the last years, which can be mainly attributed to the change of the global climate, cause considerable damage to the fronts of buildings.

■ The economic pressure exerted by the BOT Project (Build-Operate-Transfer) leads to the construction of more and more slim buildings. These extremely slim towers are exposed to huge wind loads, which cause considerable vibration problems.

■ The mutual dynamic effects of high rises situated closely to each other are insufficiently studied. Impacts like shielding, which lead to a reduction of wind loads and the increase of the wind loads through the dynamic part of the wind, are only basically examined.

Socio-economic Effects

From the socio-economic point of view the following problems occurred with high rise buildings:

■ The building of new high rises in an urban region leads to a dramatic impact on the wind conditions and on the local climate within a city.

■ By the so-called "nozzle"-effect between neighboring high rises, the wind is strengthened. This leads to:

ساختمان های بلند - اثر باد بر روی ساختمان های بلند

مهندسی سازه با توجه به محدودیت های آن

در دهه گذشته ساخت و ساز ساختمان های بلند به شدت افزایش یافته است. شهر فرانکفورت یک نمونه نمایان از توسعه آسمان خراش ها می باشد. در این میان مدیران و برنامه ریزان شهری حد ۳۰۰ متر را برای ارتفاع ساختمان در شهر تعیین کرده اند. جدا از مشکلات اجتماعی و اقتصادی ناشی از این تغییرات، مهندسان سازه نیز در مواجهه با موانع و نگرانی های زیر در مورد ساخت و ساز و رفتار دینامیکی ساختمان در ارتفاع های بلند، قرار خواهند گرفت:

- آیین نامه های موجود طراحی ساختمان در برابر بار باد در حال حاضر برای ساختمان ها با حداکثر ارتفاع ۲۰۰ متر می باشند که ممکن است به نتایج تحلیل خوبی نینجامد.
- بادهای و طوفان های شدیدی که در سال های گذشته اتفاق افتاد که ممکن است خود به دلیل تغییرات آب و هوای جهانی نیز باشد باعث به وجود آمدن آسیب های جدی به ساختمان ها شده است.
- فشار اقتصادی اعمال شده به پروژه که خود به دلیل تفکر BOT (قرارداد ساخت، بهره برداری و واگذاری) و ایجاد حداکثر راندمان اقتصادی است، منجر به ساخت و ساز ساختمان های مرتفع و باریک شده است. این نوع برج ها بیشتر در معرض بارهای باد خواند بود که باعث ایجاد مشکلاتی نظیر لرزش های قابل توجه شده است.
- اثرات دینامیکی متقابلی که ساختمان های بلند در مجاورت یکدیگر بر روی هم ایجاد می کند به طرز مطلوبی مطالعه نشده است. تاثیر این گونه رفتارها ی پناهگاهی که باعث افزایش و کاهش بار باد به دلیل ماهیت دینامیکی باد می شود، فقط به صورت ابتدایی مطالعه شده است.

تأثیرات اقتصادی و اجتماعی

- از دیدگاه اجتماعی و اقتصادی مشکلات زیر می توانند ارتباط با روند افزایشی ساخت ساختمان های بلند رخ بدهد:
- ساخت سازه های بلند در یک منطقه شهری باعث ایجاد شرایط خاص جدید برای الگوهای بادی و در نتیجه تغییر در شرایط آب و هوایی آن منطقه خواهد شد.
- پدیده nozzle در اثر همجواری ساختمان های بلند رخ می دهد که خود باعث تشدید باد خواهد شد. در نتیجه:

> Noticeable loss of comfort for the pedestrians and
> considerable wind noise.

■ Problems with the dynamic behavior of a structure in slim high rises cause noticeable vibrations. The latter have a negative influence on the health and quality of life of people residing and working in such buildings.

Project Task & Execution

There are no investigations, which examine the relationship between the structural responses of a structure and the appropriate wind loads. However, such an investigation is necessary for the assessment and the development of new standards and regulations for high rise buildings. This project aims at answering some of these questions: Several high rises, among them the highest building in Europe, the Commerzbank, are monitored over a period of 2 years. By the installation of permanent systems at these high rises, the vibration can be continually recorded in connection with the wind speeds. These systems deliver dynamic data, which characterize the structural response of the high rise during wind events. After the correlation of the two parameters (vibration and wind speed) and the evaluation of the structural behavior, detailed statements on the effect of wind on high rises can be made.

VCE - with its long-standing experience in structural assessment and monitoring - carries out this project, in partnership with the Darmstadt University of Technology (Institute of Concrete Structures and Materials). This Institute recently joined the network as a new "member" and is an expert in the field of high rise buildings. (<http://www.tu-darmstadt.de>)

The Examined Objects.

The first two buildings, which are instrumented, are the Commerzbank with a height of 259 m and the Dresdner-Bank with a height of 166 m. The method applied is the BRIMOS approach, developed by VCE. The "BRIMOS-

- کاهش چشمگیر راحتی برای عبور و مرور در هنگام باد و
 - افزایش سروصدای باد را به همراه خواهد داشت
 - مشکلات به وجود آمده در اثر رفتار سازه های لاغر و بلند باعث ایجاد لرزش های قابل توجه در سازه می شود.
- این لرزش ها می تواند تاثیرات منفی بر روی سلامتی و کیفیت زندگی ساکنان یا کارکنان آن داشته باشد.

اقدامات و عملیات پروژه

در حال حاضر هیچ تحقیقاتی در باره بررسی رابطه بین پاسخ سازه و بارهای باد مناسب طراحی وجود ندارد. با این حال، این بررسی ها برای ارزیابی و توسعه استانداردهای و مقررات جدید برای ساختمان های بلند ضروری است. در واقع این پروژه اهداف زیر را دنبال می کند :

چندین سازه بلند در اروپا، که در میان آنها بلندترین ساختمان در اروپا، کامربانک واقع در فرانکفورت، بیش از یک دوره ۲ سال تحت مانیتورینگ هستند. با استفاده از نصب سیستم های دائمی پایش سلامت سازه بر روی این ساختمان های بلند، ارتعاش ناشی از باد به طور مستمر در ارتباط با سرعت باد ثبت شده است. این سیستم ها می تواند داده های دینامیکی بسیار مفیدی در ارتباط با تعیین پاسخ و رفتار سازه های بلند در رخداد های باد ایجاد کند. پس از شناسایی ارتباط دو پارامتر (ارتعاش و سرعت باد) و ارزیابی رفتار سازه، می توان به نتایج بسیار مفیدی در خصوص اثرات باد با الگوهای مختلف بر روی ساختمان های بلند دست پیدا کرد.

VCE - با تجربه بلند مدت خود در ارزیابی سازه ها و مانیتورینگ - در همکاری با دانشگاه Darmstadt (موسسه سازه های بتنی و مواد) این پروژه را به انجام رسانده است. این موسسه به تازگی به عنوان یک متخصص در زمینه ساختمان های بلند و یک "عضو" جدید به شبکه پایش سلامت اروپا SAMCO پیوسته است (<http://www.tu-darmstadt.de>)

اهداف پروژه

در ابتدا دو ساختمانی که به وسیله تجهیزات ابزار دقیق پایش سلامت تجهیز می شوند عبارت اند از Commerzbank با ارتفاع ۲۵۹ متر و Dresdner-Bank با ارتفاع ۱۶۶ متر. روش مورد استفاده بر پایه نرم افزار پایش سلامت

Recorder" used is installed as high as possible on the buildings. Consequently the point where the measurements are taken is at a height of approx. 200 m in the case of the Commerzbank building, and at approx. 166 m in the case of the Dresdner-Bank building.

Some Details.

The recorder is a small box including a vibration sensor, the acquisition and storage unit, a GPS-system and a modem. In the following please find some details on the equipment used:

■ The sensor is a three-dimensional accelerometer that notices vibrations up to $1/1,000,000,000\ g$ (g =earth gravitation) and in a frequency range between 0.1 Hz and 50 Hz.

■ The acquisition and storage unit continuously measures and starts to record the data stream when a given threshold-trigger is reached.

■ The GPS-system is used for time correlation. The update interval is one hour so in fact there is no relevant time drift.

■ A PCMCIA-modem allows getting the data via telecommunications.

BRIMOS، توسعه یافته توسط VCE است. تجهیزات و حسگرهای BRIMOS مورد استفاده در این پروژه ها در بالاترین ارتفاع ممکن در ساختمان نصب شده اند که در مورد ساختمان Commerzbank در ارتفاع حدود ۲۰۰ متر و در مورد ساختمان Dresdner-Bank در ارتفاع حدود ۱۶۶ متر واقع شده است.

برخی از جزئیات تجهیزات

رکورد در مورد استفاده در این پروژه شامل یک جعبه کوچک به همراه یک سنسور لرزه نگار، یک سیستم جمع آوری داده و ذخیره سازی، یک سیستم GPS و یک مودم است. در ادامه به جزئیات بیشتری در مورد تجهیزات اشاره شده است:

- سنسور شتاب سنج سه بعدی با دقت ارتعاشات تا $10^{-9}\ g$ (g = زمین گرانش) و در یک محدوده فرکانس بین ۰.۱ هرتز و ۵۰ هرتز است.

سیستم جمع آوری و ذخیره سازی داده ها به طور مداوم اندازه گیری و ضبط داده ها هنگامی که یک داده از آستانه تعریف شده عبور می کند آغاز می شود.

از GPS برای هم زمانی داده ها استفاده می شود. و با استفاده از مودم انتقال داده ها از طریق ارتباطات از راه دور میسر می شود.