

ПРЕСИНГ.



ISSN 1857-744X

год. I / бр. 3 / јуни 2011 / списание на комората на овластени архитекти и овластени инженери на Македонија



ПРЕСИНГ.

Почитувани колешки и колеги,

ПРЕСИНГ Ве повикува на соработка. Искрена, еснафска, стручна, научна, истражувачка, аналитичка, експертска. На размена на информации, ставови, мислења, знаења. На промовирање на инженерски новитети, производи, дела...

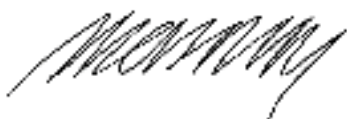
ПРЕСИНГ е отворен медиум. Карактеристика која е длабоко, неизбришливо, втисната во неговиот инженерски генетски код. Знаеме дека само така ќе биде и остане вистински НАШ. Само така ќе може да се развива и да созрева. Само така ќе дејствува на јакнење на нашиот инженерски и не само инженерски идентитет.

Ве повикуваме Вашите текстови, мислења и коментари да ги испраќате на интернет-страницата на Комората на овластени архитекти и овластени инженери:

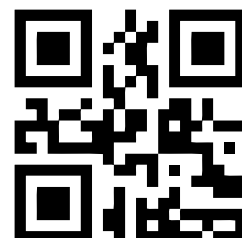
www.komoraaoai.mk / presing

со искрена надеж за плодна и успешна соработка
Ваш

Горан Марковски



Главен и одговорен
уредник





Елена Думова-Јованоска

Професор на Градежниот факултет,
Проректор за настава на
Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“

Доктор на науки, не на титули

СУШТИНСКИ, НОВИОТ ПРИНЦИП СЕ СОСТОИ ВО ПОТРЕБАТА ИДНИТЕ ДОКТОРИ НА НАУКИ, ОСВЕН СПОСОБНОСТА ДА ОРГАНИЗИРААТ ОРИГИНАЛНО НАУЧНО ИСТРАЖУВАЊЕ, ДА ДОБИЈАТ ЧУВСТВО ЗА СОПСТВЕНИТЕ КОМПЕТЕНЦИИ И НАЧИНОТ НА КОЈ ТИЕ КОМПЕТЕНЦИИ МОЖЕ ДА БИДАТ УПОТРЕБЕНИ.

Темата на докторските студии последниве две години го привлече интересот на пошироката јавност како никогаш досега. Една од причините е самото име „студии“ кое придонесе целта да изгледа подостапна и полесно остварлива, налик на пониските нивоа на образование, следиш настава, полагаш испити и ете си со докторска титула. Ваквата перцепција придонесе значителен број поединци нестрпливо да прашуваат кога и како ќе започнат докторските студии, при тоа ми се чини повеќето од потенцијалните докторски кандидадти веќе имаа идеја како титулата, а не знаењето може да им помогне во градењето личен успех. На нивно големо разочарување морам да ја повторам констатацијата изречена на многу семинари и конференции во Европа: Докторската дисертација претставува врвен оригинален научен труд. Ова останува заеднички именител и на традиционалниот и на новиот концепт за добивање научен степен доктор на науки. Тогаш на навидум со право поставеното прашање „Па зошто воопшто зборуваме за студии?“, би одговорила со упатствата дадени од европските универзитети: да се организираат работилници, семинари, конференции на кои докторантите континуирано можат да го претставуваат сработеното, а за да се обезбеди потребен број на докторанти, докторските студии да се организираат во форма на докторски школи на универзитетско ниво.

Сепак сите погоре изнесени карактеристики на новиот концепт на докторски студии повеќе зборуваат за организационите елементи, додека основна цел е овие висококвалификувани млади луѓе да си го најдат местото во економскиот и стопанскиот сектор, а не само во академска средина, со цел да му дадат нов неопходен импулс на европското стопанство во беспопштедната глобална битка за нови пазари. Единствен начин да се обезбеди чувство

за сопствените компетенции е комуникација со реалното опкружување; индустријата, економијата и општеството, во целиот тек на истражувањето. Од искуствата на европските универзитети јасно е дека тоа воопшто не е лесно ни во развиените земји од Европската Унија, а камоли во земја како нашата во која стопанствениците водат сизифовска битка со различни објективни, но и субјективни тешкотии.

Македонските универзитети ги привршуваат подготовките за објавување на конкурси за докторски студии, но тоа значи дека само еден од трите столба на овој потфат е подготвен. Вториот е ресорното министерство кое во името на државата треба да ги обзнани своите намери. Сепак третиот столб, стопанството е оној без кој целата замисла за докторски студии не може да успее. Токму затоа ви се обраќам Вам на инженерите. Каде и да го заработувате своето парче леб, можете да придонесете замислата да се претвори во стварност за доброто на вашата компанија, но и на целото општество. Немојте да бидете заложници на стереотипот дека само на големи компании им требаат доктори на науки. Основни компетенции на вистински доктор на науки се иновативноста, борба со непознатото, подготвеност на порази, но и на нови почетоци за да се стигне до посакуваната цел. Зарем тоа не е реалност на секоја компанија, голема или мала. Затоа, кога ќе добиете покана да учествувате на некој докторски семинар или работилница, немојте веднаш да одмавнете со рака и да речете дека немате време за губење. Послушајте ги идеите на докторантите. Сигурно ќе ви отворат некој нов видик. Но и искрено прокоментирајте ако нивните замисли ви изгледаат неразумни или нерационални. Немојте да дозволите нивниот елан и енергија да тргнат во корсокак.

На крај би рекла дека терминот „докторски студии“ е навистина воведен за да обезбеди поголема достапност, но не до титулата туку до знаењето.



Славе
Арменски



Ристо
Филкоски



Снежана
Чундева



Александра
Крколева



Јовица
Вулетик



Живко
Коколански



Александар
Радевски



Вероника
Шендова



Марија
Мано Велевска



Слободан
Велевски



Георги
Константиновски



Rüdiger
Höffer



Norbert
Hölscher



Hans-Jürgen
Niemann



Славчо
Горгиев



Блажен
Зотоски



Dirk
Vochar

ПРЕСИНГ, ISSN 1857-744-x
Првиот број излезе на
1 февруари 2011

Главен и одговорен уредник

Горан Марковски

Претседател

Страхиња Трпевски

Уредувачки одбор

Миле Димитровски, Слободан Димитровски,
Елена Думова-Јованоска, Ванчо Горгиев,
Милорад Јовановски, Гајур Кадриу,
Миле Станковски, Бежим Фетаи

Излегува секој втор месец

Графичко уредување

Зоран Симоновски

Јазичен соработник

Оливера Божовиќ

Издавач

Комора на овластени архитекти и
овластени инженери на Македонија

Адреса на редакцијата

Даме Груев 14а

Контакт: www.komoraoui.mk



НАСЛОВНА:

АРЕНА ФИЛИП II МАКЕДОНСКИ
ИЗГРАДБА НА ИСТОЧНАТА ТРИБИНА
ФОТОГРАФИЈА: ГОРАН МАРКОВСКИ
IABSE Photo Contest of Structures 2011

СОДРЖИНА

- 05 Геотермална енергија -
Достапна, обновлива,
расположлива и прифатлива
- 16 Имуитет на опремата
на напонски пропади
- 23 Светлината - единствен
невидлив елемент со третман
на градежен материјал
- 29 (раз)говори за архитектурата
- 36 Современа заштита
на спомениците од земјотреси
- 47 Повторното раѓање на Скопје
- 52 Structural Design based on Wind
Tunnel Tests
- 64 Енергетски високоефикасен
објект ЕКСПРО-класа
пасивни објекти
- 70 Dirk Vochar: Инженерите имаат
една од најубавите професии

Проф. д-р Славе АРМЕНСКИ
 В. проф. д-р Ристо ФИЛКОСКИ
 Машински факултет - Скопје
 Универзитет "Св. Кирил и Методиј"

**СОВРЕМЕНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА ГЕОТЕРМАЛНАТА ЕНЕРГИЈА
 И НЕЈЗИНО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА**

**ДОСТАПНА, ОБНОВЛИВА,
 РАСПОЛОЖЛИВА И
 ПРИФАТЛИВА**

**СО КОРИСТЕЊЕ НА ГЕОТЕРМАЛНАТА ЕНЕРГИЈА ПОМАЛКУ СЕ ЗАГАДУВА
 ОКОЛИНАТА ВО ОДНОС НА ФОСИЛНИТЕ ГОРИВА, НО МОРА ДА СЕ ЗНАЕ
 ДЕКА ТОА НЕ Е СОСЕМА БЕЗОПАСНО ЗА ОКОЛИНАТА. ТОА ЗНАЧИ ДЕКА
 НЕ МОЖЕ ЦЕЛОСНО ДА СЕ ЕЛИМИНИРА ЗАГАДУВАЊЕТО, ТУКУ САМО
 ДА СЕ НАМАЛИ И ДА СЕ ДОВЕДЕ ДО ДОЗВОЛЕНО НИВО**

ПРИМЕНА НА ГЕОТЕРМАЛНАТА ЕНЕРГИЈА

Примената на геотермалната енергија може да се подели во две категории:
 директна примена (топла вода за санитарни потреби, централно греење и кондиционирање на воздухот, земјоделие, сушење, аквакултура и др.)
 производство на електрична енергија.
 Lindal (Baldur Lindal -инженер од Исланд) објавил дијаграм (сл.1.1) во кој се дадени препораки до потенцијалните корисници за примена на геотермална енергија за температурно подрачје на флуидот меѓу 20 ,200) °C.



Сл.1.1. Препораки за примена на геотермалната енергија според температурите на геотермалниот флуид (Baltur Lindle-ов дијаграм)

ДИРЕКТНА ПРИМЕНА НА ГЕОТЕРМАЛНАТА ЕНЕРГИЈА

Најчеста директна примена геотермалната топла вода има во:

- земјоделие, сточарство и аквакултурата,
- централно греење и кондиционирање на воздухот,
- сушење на земјоделски производи, дрво и дрвена граѓа и во процесната индустријата,
- топла вода за санитарни потреби.

Технологии за користење на геотермалната енергија во земјоделието, сточарството и аквакултурата

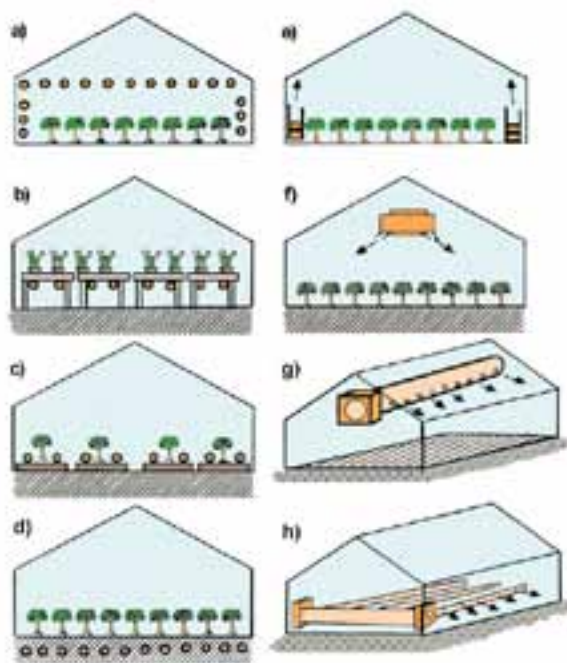
За примена во земјоделието потребна е релативно ниска температура на геотермалната вода (за одгледување риби околу 20 °C, за загревање на почвата (40÷60) °C, па сè до 80 °C за загревање оранжерији). Геотермалната енергија во земјоделието и сточарството наоѓа широка примена во централното греење (оранжерији, фарми за одгледување на добиток, живина), сушење (житни и индустриски растенија, дрво и дрвена граѓа), стерилизација и пастеризација; во аквакултурата за одгледување риби, алигатори, за мрестење риби, за загревање на почвата, итн.

Загревање на оранжерији со геотермална енергија

Геотермалната енергија најголема примена во земјоделието има за загревање на оранжерији. За загревање на оранжериите со геотермален флуид со температури >70 °C, може да се користи еден од класичните системи за греење. Најчесто како загревно тело се користат: цевна змија, цевен регистар или калорифер. Бидејќи кај повеќето геотермални извори температурата на флуидот се движи во граници од (20÷60) °C (многу ретко >70 °C), системите за загревање на оранжериите со ваков нискотемпературен геотермален флуид се со посебна изведба и конструкција, различна од системите кои се применуваат кај високотемпературните извори.

На сл. 2.1 се прикажани можните системи за загревање, односно местото на поставување на грејното тело. За практична употреба, овие системи можат да се групираат на системи за греење со:

- грејни тела во земјата;
- грејни тела поставени на површината на земјата или на клупа;



Сл.2.1. Можни системи за загревање на оранжерија

Со природно движење на воздухот

a-воздушно поставени цевки; b-цевки поставени под клупа; c-цевки поставени на почвата; d-цевки поставени во почвата.

Со принудно движење на воздухот

e-конвектори; f-воздушно поставени калорифери; g-високо поставен канал за воздух; h-ниско поставени канали за воздух.

- воздушно поставени цевки;
- вентилоконвектори
- комбинирани.

Загревање на почвата со геотермална енергија

Вештачко загревање на почвата може да се изврши со помош на подземно поставени цевки низ кои струи топла геотермална вода, наводнување со топла вода, или со комбинација на двата начина. Загревањето на почвата со наводнување со топла геотермална вода се применува во многу земји.

Во Агамемнон, во близина на Измир во Турција, отпадните геотермални води од амамите се користеле за наводнување на земјоделските површини, со што значително се зголемил родот на насадените култури. Во државата Орегон во САД, геотермалната енергија се користела за загревање на почвата, со што се зголемило производството и се подобрил квалитетот на производите.

При загревање на почвата со геотермална вода со доволно високи температури, може да се изврши и стерилизација (заштита од штетните инсекти и бактерии), пред истата да се употреби за одгледување на растенија од семенски и друг материјал.



Сл.2.2. Одгледување на риби

Примена на геотермалната енергија во аквакултурата

Најголема примена геотермалната енергија во аквакултурата наоѓа за:

- одгледување риби, алигатори, крокодили, лососи, ракови, школки, жаби,
- мрестење на риби
- мрестилиштата за пастрмка, јагули и други риби можат да се опслужуваат со геотермална вода, со температури пониски од 20 °C.

Кај една фарма за алигатори, геотермалната вода прво поминува низ еден базен за аерација, со цел да се испуштат растворените гасови. Водата потоа минува низ неколку затворени резервоари, од каде што се внесува во затворен базен за алигатори.

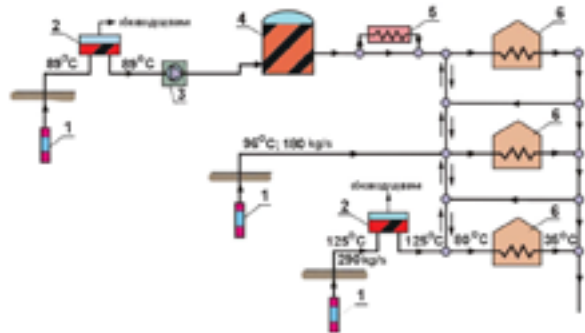
ГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЈА ЗА ЦЕНТРАЛНО ГРЕЕЊЕ, КОНДИЦИОНИРАЊЕ НА ВОЗДУХ И САНИТАРНА ТОПЛА ВОДА

Централно греење и кондиционирање на воздух со геотермална вода

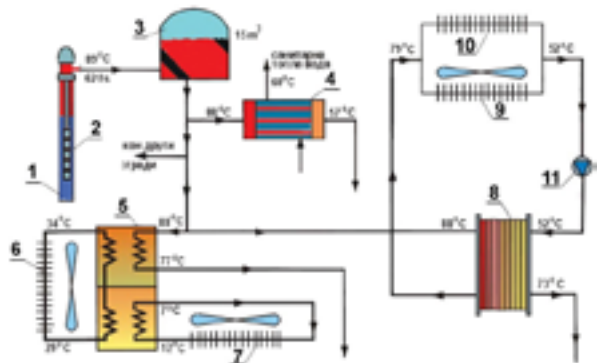
Како што може да се види од дијаграмот на сл. 1.1, за централно загревање на домовите доволна е температура на геотермалниот флуид од 80 °C, иако можат да се користат и флуиди со пониски температури (50÷55) °C. Тоа многу зависи од климатските услови и од изолираноста на зградите.



Сл. 2.3. Затворен систем за централно греење со геотермална вода (со изменувач на топлина)
 1-геотермален резервоар; 2-извор на топла вода; 3-изменувач на топлина; 4-понор на топла вода; 5-постројка за врвни оптоварувања; 6-станбени згради; 7-цевковод за работен флуид.



Сл. 2.4. Шема на постројка за геотермално централно греење на градот Рејкјавик во Исланд
 1-дупнатина за топла вода; 2-сад за обезвоздушување; 3-циркулациона пумпа; 4-резервоар за акумулација на топла вода; 5-помошна постројка на фосилно гориво; 6- станови за живеење.



Сл. 2.5. Шема на постројка за геотермално централно греење и ладење на Институтот за технологија во Кламат Фолс во Орегон
 1-дупнатина за топла вода; 2-потопена пумпа; 3-резервоар за акумулација на топла вода; 4-изменувач на топлина; 5-кондензатор; 6-воздушно ладена ладилна кула со принуден провек; 7, 9-принудна воздушна конвекција; 8-плочест изменувач на топлина; 10-природна конвекција; 11-циркулациона пумпа.

Системите за централно греење со геотермална вода можат да се поделат на: *отворени* и *затворени*. Кај отворените системи геотермалната вода директно се внесува во објектот што се грее, додека кај затворените системи (сл.2.3) геотермалната топла вода ја предава топлината [во

изменувач на топлина 3) на водата наменета за централно греење на објектите.

Постројката за централно геотермално греење на Рејкјавик, прикажана на сл. 2.4 е можеби најпозната во светот по своите карактеристики. Обезбедува топлина за 145.000 жители. Инсталираниот капацитет од 750 MWt е проектиран да ги задоволи потребите со топлина до минус 10 °C надворешна температура, а за покривање на потребите со топлина при пониски температури се користи акумулаторот на топлина 4 и еден помошен котел на фосилно гориво 5.

Кај индиректните системи за централно греење, геотермалната вода на излезот од плочестиот изменувач на топлина може да има температура меѓу (40÷45) °C. Отпадната геотермална вода со оваа температура може да се искористи за подготовка на санитарна топла вода или како извор на топлина за геотермална топлинска пумпа (сл. 2.6) која загрева топла вода за централно радијаторско греење.

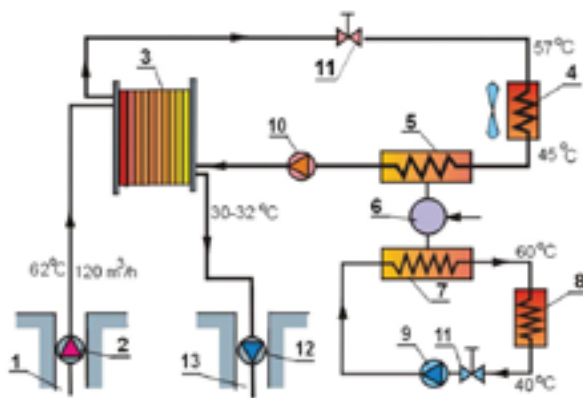
На сл. 2.6 е прикажана шема на постројка за централно геотермално греење, кај која повратната вода од грејните тела, со температура од околу 45 °C се користи како извор на топлина за една геотермална топлинска пумпа. Со помош на топлинската пумпа се зголемува температурата на водата на околу 60 °C, и истата може да се користи за радијаторско греење.

Друг комбиниран систем за повеќестепено користење на геотермалната енергија е прикажан на сликата 2.7.

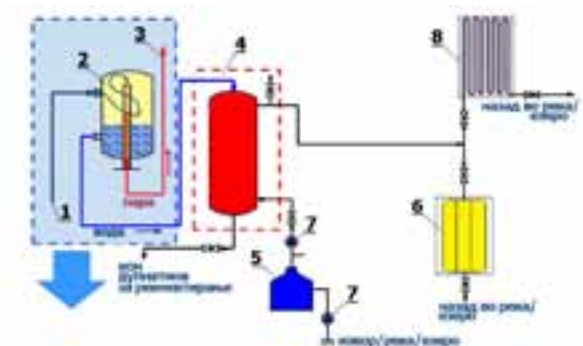
По вадењето смесата на топла вода и пареа се сепарира во сепараторот 2, од каде што пареата 3 се носи во геотермална централа за добивање на електрична енергија, а топлата вода во изменувачот на топлина 4 каде што ја предава енергијата на хемиски обработена вода која се користи како процесна топлина 6 и за греење во индустријата 8. Отпадната геотермална вода се инјектира назад во земјата.

Во зависност од температурата на топлата вода, може да се примени повеќестепено или т.н. каскадно користење на геотермалната енергија. На сл. 2.8 е прикажан системот за користење на геотермалната топла вода во село Банско-Струмица.

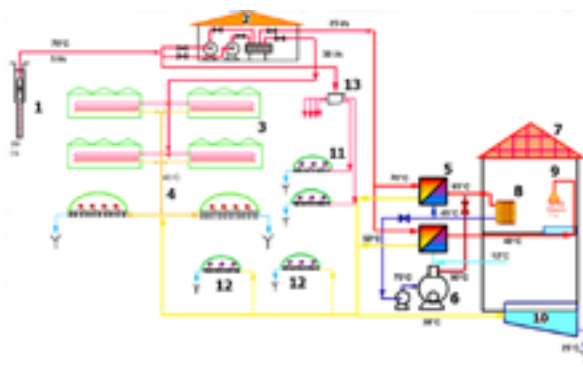
После пумпната станица 2, дел од топлата вода се носи директно во оранжерија со сса 3 на површина за нејзино греење, од каде што потоа



Сл. 2.6. Шема на постројка за геотермално централно греење со топлинска пумпа
 1-дупнатина за топла вода; 2-потопена пумпа; 3-плочест изменувач на топлина 4-вентилкоонвектори; 5-испарувач; 6-апсорпциона машина, 7-кондензатор; 8-радијатори; 9, 10-циркулациона пумпа за топла вода; 11-вентили; 12-пумпа за инјектирање на отпадната геотермална вода; 13-дупнатина за инјектирање на геотермалната вода.



Сл. 2.7. Шема на комбиниран систем за повеќестепено користење на геотермалната енергија
 1-топла вода од изворот; 2-сепаратор; 3-пареа кон геотермална постројка; 4-изменувач на топлина; 5-резервоар за вода; 6-процесна индустрија; 7-циркулациона пумпа, 8-греење во индустријата.



Сл. 2.8. Шема на постројка за повеќестепено користење на геотермалната енергија во с.Банско-Струмица
 1-геотермален извор; 2-пумпна станица; 3-оранжерија; 4-пластеници; 5-изменувач на топлина; 6-котел на фосилно гориво; 7-хотел Цар Самоил, 8-греење на хотелот; 9-санитарна топла вода; 10-базен за пливање; 11-пластеници поврзани на свежа геотермална вода; 12-пластеници поврзани на користена геотермална вода; 13-отворен базен-дистрибуција на геотермална вода.

се носи за греење на пластеници. Вториот дел на топла вода од пумпната станица 2 се носи во хотелот Цар Самоил за централно греење и за подготовка на санитарна топла вода (во посебни изменувачи на топлина). Оладената вода од оранжеријата 3, пластениците 4 и изменувачите на топлина 5 се носи во базенот за пливање и тераписко лекување 10. Трет дел од топлата вода од пумпната станица се носи во отворен базен 13 (бетонски), од каде што истата се носи за греење на пластениците во неговата непосредна околина.

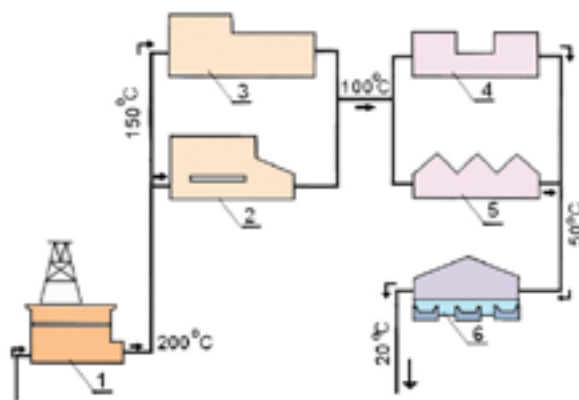
Каскадното, односно повеќестепеното користење на геотермалната енергија е прикажано на следната слика (Роторуа, Нов Зеланд). Имено, по употребата на геотермалната вода во процесната индустрија за одвивање на технолошките процеси 3 и за ладење 2, истата се користи за греење и ладење на домовите 4 и за греење на оранжерији 5, од каде што истата може да се користи за базени за тераписко лекување и рекреација 6 и на крајот истата може да се користи во аквакултурата.

Централно греење и кондиционирање на воздух со геотермална топлинска пумпа

Кај топлинските пумпи работниот флуид ја апсорбира топлината кога испарува, а ја ослободува при кондензација. Според тоа, геотермалните топлински пумпи можат да се користат за ладење и за греење. Кај геотермалните топлински пумпи, предавањето на енергијата е со работен флуид вода-воздух и вода-вода. Во примена се топлински пумпи со капацитет за греење-ладење меѓу (3, 1500) kWt.

Постојат четири основни видови на геотермални системи, од кои три (хоризонтален, вертикален и езерски) се од затворен вид, а четвртиот т.н. бунарски (сл.2.13) е од отворен вид. Кој од овие системи ќе се примени зависи од климатските услови, условите во почвата, расположливата површина на земја и цената за инсталирање на цевниот систем. За станбени или за комерцијални згради, може да се примени кој било од овие системи.

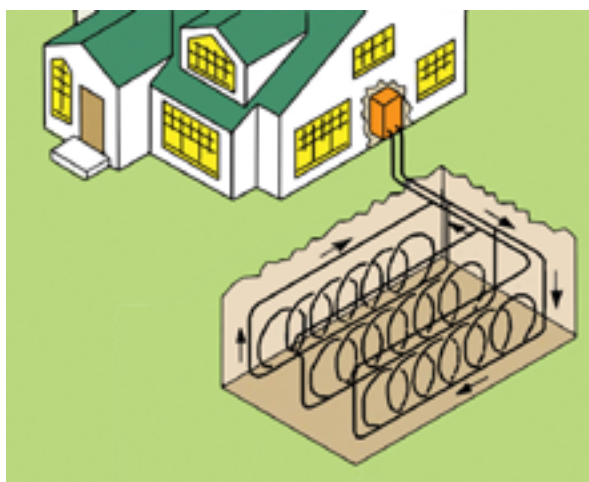
Најчесто употребувани се хоризонталните системи кои користат две цевки. Цевката низ која струи потиснатата вода се закопува на длабочина од 1,8 m, а цевката низ која струи повратната вода, на длабочина од 1,2 m. Има изведби и со две



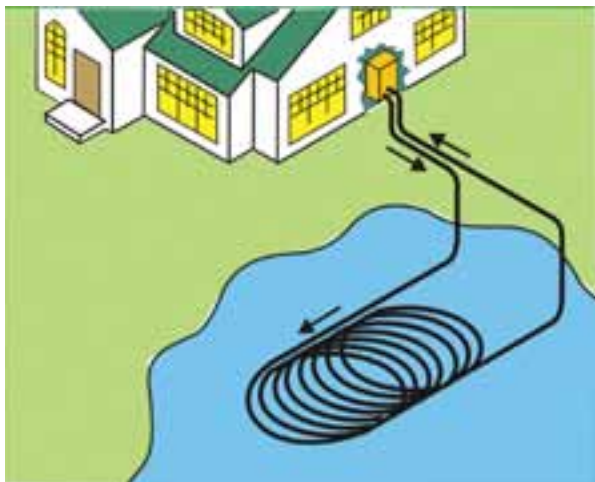
Сл. 2.9. Пример на каскадно користење на геотермалната енергија
1-геотермална постројка; 2-постројка за ладење; 3-преработка на прехранбени производи; 4-загревање на згради за живеење; 5-загревање на оранжерији; 6-фарма за одгледување на риби.



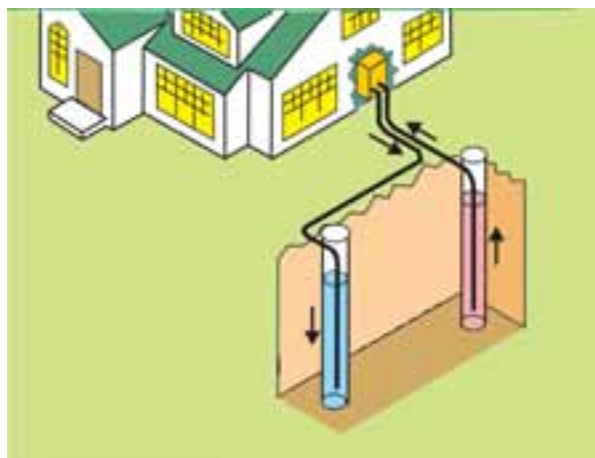
Сл. 2.10. Цевен систем за складирање, или вадење на топлината од земјата во сезоната на ладење или греење



Сл. 2.11. Геотермална топлинска пумпа со хоризонтален цевен систем



Сл. 2.12. Геотермална топлинска пумпа со цевен систем потопен во вода



Сл. 2.13. Геотермална топлинска пумпа со цевен систем со отворен круг

цевки сместени на иста длабочина од 1,5 m, на меѓусебно растојание од 0,6 m. Кај овој систем можно е да се примени т.н. Slinky метод на поставување (сл. 2.11), кај кој цевките се изведуваат во вид на вертикално (или хоризонтално) поставени кругови, со што се овозможува на помала должина на ископан ров да се постави поголема должина на цевки, односно поголема топлоразменувачка површина. Со тоа се намалуваат инвестиционите вложувања и се овозможува цевките да не бидат поставени на конвенционален начин.

Цевен систем потопен во вода. Ако во непосредна близина на топлинската пумпа постои водна маса (базен, река, езеро и др.) може да се изгради најевтин цевен систем. Цевките минуваат подземно од објектот и во водната маса се свиткуваат во кругови (сл. 2.12). Круговите треба целосно да се потопат во водата на длабочина од

најмалку 2,4 m под површината, со цел да се избегне смрзнувањето на водата, да зафатат минимален волумен, и да обезбедат квалитетни услови за размена на топлината.

Цевен систем со отворен круг. Овој систем (сл. 2.13) користи вода од бунари, подземна или површинска вода. Водата директно минува низ топлинската пумпа и пак се враќа во местото од каде што е земена (бунар, базен, езеро, река и т.н.). Меѓутоа, треба да се нагласи дека овој систем може да се примени таму каде што на располагање има доволно количество чиста вода.

Топење на снег со геотермална вода

Системи за топење снег со геотермална топла вода и пареа се изведени во неколку земји во светот (Аргентина, Јапонија, Швајцарија, САД и др.) и се наменети за топење на снегот од: тротоарите, коловозите и мостовите. Повеќето системи работат со: пареа, топла вода или гликол како работен флуид, што циркулира низ цевките поставени во плочникот или под него.

Еден геотермален систем за топење на снег треба прво да го стопи снегот од третираната површина, а потоа и да ја испари добиената вода. Количеството топлина потребно да се стопи снегот зависи од висината на снежната покривка.

Цевките на изменувачот на топлина, можат да се изработат од метал или пластика. Денес најчесто се применуваат пластични цевки од полиетилен. Кај површините со цементен бетон, цевките можат да се постават на засилена челична арматура поставена во плочникот (истата не мора секогаш да се вгради), но би требало да има најмалкуи 5 cm бетон над и под цевките (сл. 2.14). Тоа значи дека плочникот треба да биде дебел најмалку 13 cm. Кај тротоари, цевките обично се сместуваат под плочата, во основата или под основата, бидејќи овие плочници се дебели меѓу (7,5÷10) cm.

Системите за топење на снег можат да се снабдуваат со геотермална енергија на различни начини:

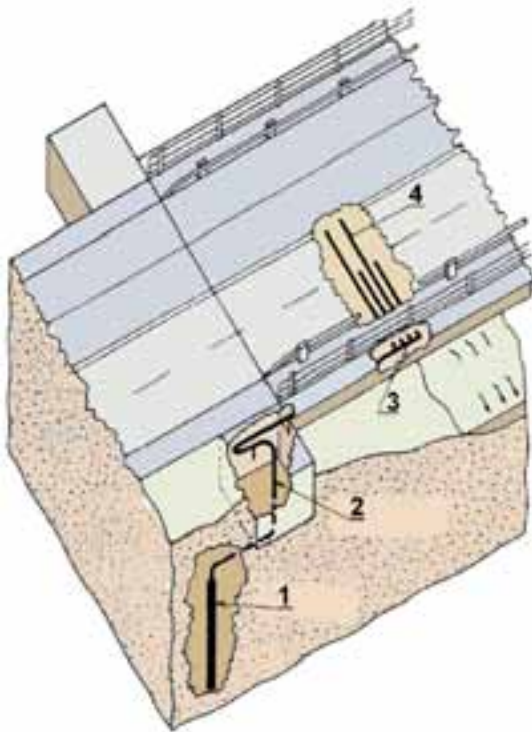
- геотермална вода која влегува директно во цевниот систем
- користење на топлинска цевка (сл. 2.16)
- користење на геотермална топлинска пумпа
- директно пуштање на геотермална вода по плочникот



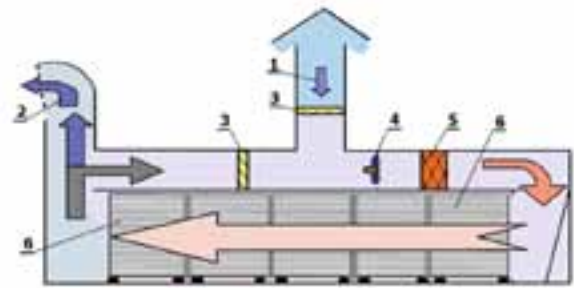
Сл. 2.14. Начин на поставување на пластичните цевки под тротоар -фотографија



Сл. 2.15. Топење на снегот од дворното место -фотографија

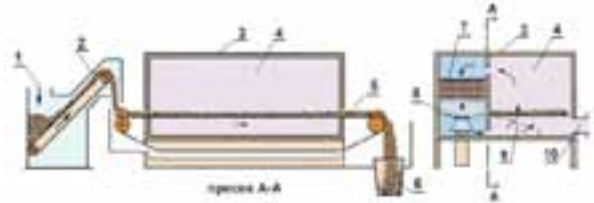


Сл. 2.16. Систем за топење снег од мостови со топлинска цевка
1-цевка за испарување; 2-цевка за спојување; 3-приклучна цевка за кондензаторот; 4-цевки за кондензација.



Сл. 2.17. Сушилница за сушење во слој (палети со жичена мрежа) на земјоделски производи

1-свеж воздух; 2-отпаден воздух; 3-регулациони решетки со електромоторен погон; 4-вентилатор; 5-грејно ламелно тело геотермална вода; 6-колички со неколкуслојни мрежи од жица.



Сл. 2.18. Шема на сушилница за сушење на овошје и зеленчук, поставени на бесконечна лента, со геотермална топла вода како извор на енергија

1-внесување на влажниот производ; 2-коса бесконечна лента; 3-изолација; 4-комора за сушење; 5-горизонтална бесконечна лента; 6-исушен производ; 7-грејно тело низ кое минува геотермален флуид; 8-вентилатор; 9-решетка за дистрибуција на воздух; 10-влажен воздух кон оџак.

СУШЕЊЕ НА ЗЕМЈОДЕЛСКИ ПРОИЗВОДИ, ДРВО И ДРВЕНА ГРАГА И СУШЕЊЕ ВО ИНДУСТРИЈАТА

Кај повеќето процеси на сушење по вештачки пат се користи топол воздух, со температури меѓу (45÷80) °C. За загревање на воздухот наменет за сушење на земјоделските производи, можат да се користат и нискотемпературни геотермални флуиди. Кога за загревање на воздухот наменет за сушење се користи геотермална вода со мала содржина на растворени минерали и занемарливо корозивно дејство, таа се внесува директно во загревачот на воздух, т.е. изменувачот на топлина 5 (сл. 2.17). Ако геотермалната вода има вакви несакани својства, неопходно е да се предвиди уште еден изменувач на топлина (најчесто плочест), во кој таа ќе ја предава топлината на хемиски подготвената циркулациона вода, како секундарен флуид за транспорт на топлината.

Има повеќе конструкции на сушилници за сушење на земјоделски производи, кои во зависност од производот што се суши конструктивно се разликуваат меѓу себе. Сепак сушилниците можат да се поделат во две основни групи и тоа:

- сушење во слој (сл. 2.17), и
- сушење на подвижна лента (сл. 2.18).

Со користење на геотермалната енергија можат да се сушат многу производи, како што се: чаеви, трева, алги, печурки, житни култури, луцерка, лук, кромид, овошје, риба и др. Кај сушилниците во слој, производот се става на специјални колички со неколкуслојни мрежи на кои се реди производот што се суши. Количките најчесто се стационарни (не се движат) и затоа кај овие сушилници може (покрај земјоделски производи) да се суши и дрво и дрвена граѓа.

ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ОД ГЕОТЕРМАЛНАТА ЕНЕРГИЈА

Геотермалните постројки ја трансформираат геотермалната во електрична енергија, со директно користење на геотермалните флуиди како работен флуид, или индиректно со загревање на друг работен флуид. За да биде трансформацијата економски оправдана, потребно е температурата на геотермалниот флуид да не биде < 150 °C, иако за таа намена можат да се користат и геотермални флуиди со температури околу 100 °C.

Во Табела 3.1. е дадена инсталираната моќност во 2007 година на 250 геотермални постројки, изградени во 25 земји во светот. Овие постројки во 2006 година произвеле 70 TWh електрична енергија. Во 2012 година се предвидува инсталираната моќност да се зголеми на 13.600 MWe.

Инсталиран капацитет на геотермални постројки во 2007 година во 21 земја во светот

Табела 3.1

	Земја	MWe		Земја	MWe
1	САД	2687	12	Русија	79
2	Филипини	1970	13	Никарагва	87
3	Индонезија	992	14	Гватемала	53
4	Мексико	953	15	Турција	38
5	Италија	811	16	Кина	28
6	Јапонија	535	17	Португалија (Азори)	23
7	Нов Зеланд	472	18	Франција	15
8	Исланд	421	19	Етиопија	7
9	Ел Салвадор	204	20	Германија	3
10	Костарика	163	21	Австрија	1
11	Кенија	129		Вкупно	9732

Изборот на технологијата за трансформација на геотермалната енергија во електрична, зависи пред сè од:

- видот на геотермалниот флуид (пареа, топла вода, или смеса на пареа и топла вода)

- температурното ниво на топлата вода. Но, секогаш низ турбината експандира пареа (водна или на некоја органска течност) и затоа постројките се делат на:

- сувозаситена пареа, или со испарување на геотермалниот флуид;
- индиректен (бинарен) циклус
- комбинирани.

И двата основни вида (со испарување, или бинарен циклус) имаат свои предности и недостатоци, но треба да се нагласи дека кај постројките со испарување истото може да биде: едностепено, двостепено и повеќестепено, што зависи пред сè од натпритисокот на геотермалниот флуид.

Заради ограничениот простор ќе бидат разгледани само по една едноставна топлинска шема на геотермални постројки од двата вида и една комбинирана постројка.

На сл. 3.1 е прикажана една геотермална постројка со едно испарување (експанзија) на геотермалниот флуид, кај која ладењето на кондензаторот е со вода која се добива со кондензација на пареата од геотермалниот извор. Во ладилната кула, под дејство на атмосферскиот воздух кој врши ладење, дел од овој кондензат се исфрла во атмосферата, додека остатокот се враќа во земјата низ дупнатината за реинјектирање 17. Ладилната кула може да биде и сува, односно да не постои директен контакт меѓу воздухот и водата за ладење. Бидејќи геотермалната вода се користи и за ладење на кондензаторот, целокупниот кондензат на геотермалната пареа не се враќа во земјата (само 10-20% од пареата), што доведува до исцрпување на резервоарот при подолга експлоатација.

Индиректниот (или т.н. бинарен) циклус е најефикасен процес на конверзија на геотермалната енергија со средни температури (150÷200) °C на геотермалниот флуид. Можат да се изградат геотермални постројки за трансформација на енергијата и од извори со температури на флуидот околу 100 °C, но треба да се има предвид дека ефикасноста на трансформацијата е <10 %.

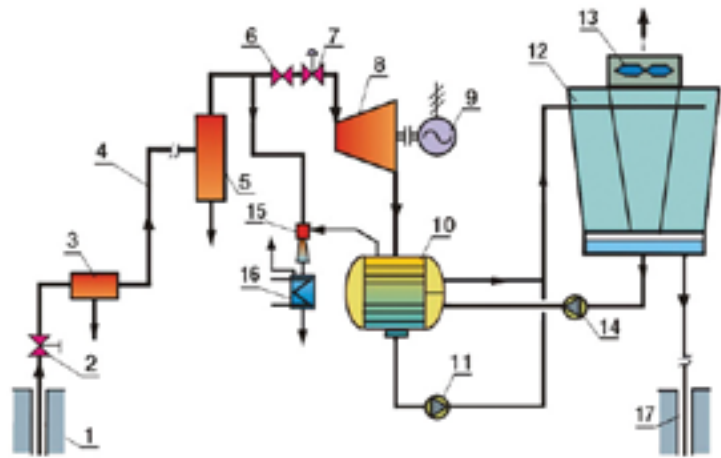
Карактеристична шема на геотермална постројка со индиректен циклус е прикажана на сл. 3.2. Постројката содржи: загревач-испарувач 5, прегревач 4, комплет регулациски вентили 8, турбина 9, електрогенератор 10, кондензатор 13 и напојна пумпа 12. За ладење на кондензаторот може да се користи

вода или воздух, што зависи од условите на околината. Ако се употреби влажна кула мора да се обезбеди независен извор на вода за ладење, бидејќи геотермалната вода, заради растворените минерали, не може да се употреби за ладење, како што беше случај кај постројките со едноставно и двостепено испарување.

Перформансите на овој циклус можат значително да се подобрат со воведување на рекулерација на топлината од прегреаниот работен флуид што ја напушта турбината. Со примена на рекулерација, дел од отпадната топлина од топлиот органски работен флуид на излезот од турбината, може да се употреби за загревање на компримиранiot течен работен флуид пред да се внесе во испарувачот. Процесот на рекулерација ги подобрува перформансите на системот на два начина и тоа со:

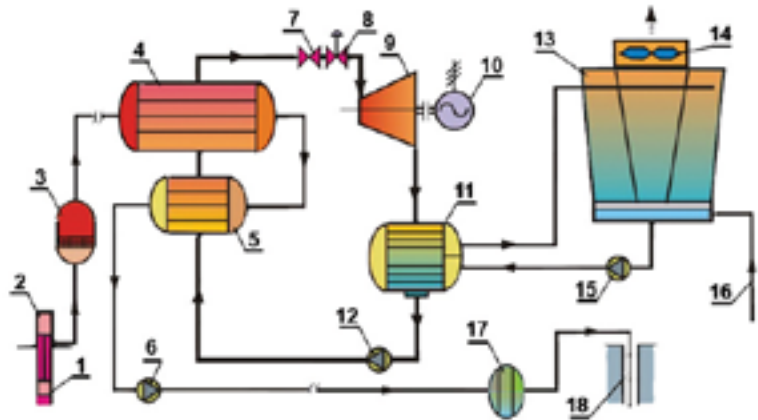
- ладење и кондензирање на дел од органскиот флуид на излезот од турбината, и
- предгревање на компримиранiot течен работен флуид, пред да се внесе во испарувачот.

Како работни флуиди кај геотермалните постројки со

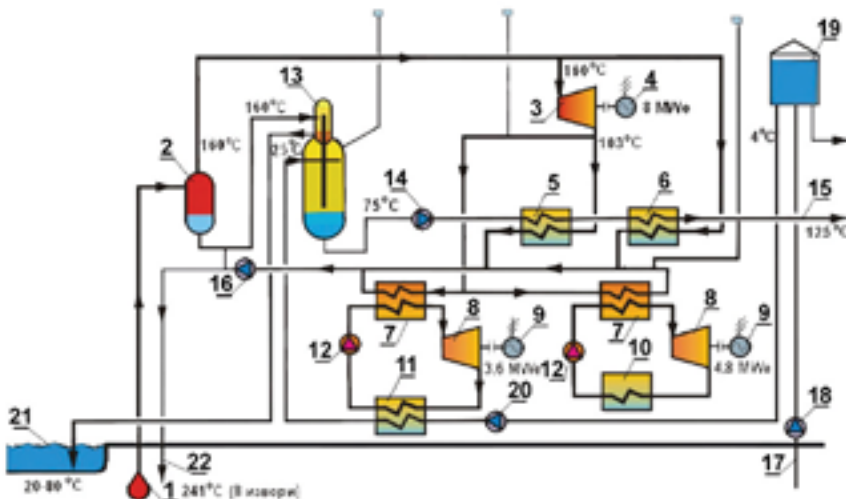


Сл.3.1. Принципиелна шема на геотермална постројка со сувозаситена пара

- 1-извор на геотермална пара; 2-вентил на изворот; 3-сепаратор на цврсти честички и прашина; 4-сувозаситена пара; 5-сепаратор на вода; 6-стоп вентил; 7-регулационен вентил; 8-парна турбина; 9-електрогенератор; 10-кондензатор; 11-кондензна пумпа; 12-ладилна кула; 13-вентилатор; 14-пумпа за ладилна вода; 15-парен ејектор; 16-кондензатор на ејекторска пара; 17-дупнатина за инјектирање на кондензатот на парата.



Сл. 3.2. Шема на геотермална постројка со индиректен циклус со органски флуид
1-извор на геотермална вода; 2-потопена циркулациона пумпа; 3-сад за отстранување на песокот; 4-прегревач; 5-загревач-испарувач; 6-пумпа за инјектирање на геотермалната вода; 7-стоп вентил; 8-регулационен вентил; 9-турбина; 10-електрогенератор; 11-кондензатор; 12-кондензна пумпа; 13-ладилна кула; 14-вентилатор; 15-циркулациона пумпа за ладна вода; 16-додатна вода за ладење; 17-филтер; 18-дупнатина за инјектирање на геотермалната вода.



Сл. 3.3. Основна шема на геотермална постројка за комбинирано производство на електрична и топлинска енергија со комбиниран циклус (една парна турбина и две органски турбини)

- 1-извор на геотермална пара; 2-експандер сепаратор; 3-противпритисна парна турбина; 4-електрогенератор; 5-загревач на мрежна вода; 6-врвен загревач на мрежна вода; 7-испарувач; 8-органска турбина; 9-електрогенератор; 10-воздушно ладен кондензатор; 11-кондензатор ладен со вода; 12-напојни пумпи за органски работен флуид; 13-изменувач на топлина со мешање; 14-циркулациона пумпа за мрежна вода; 15-вода за централно греење; 16-циркулациона пумпа за инјектирање на геотермалната вода; 17-извор за ладна вода; 18-изворска циркулациона пумпа за ладна вода; 19-резервоар за ладна вода; 20-циркулациона пумпа за ладна вода; 21-отворен базен за пливање; 22-дупнатина за инјектирање на геотермалната вода.

индиректен циклус можат да се применат повеќе јагледороди и други органски материи, поради што и го добиле називот *органски* работни циклуси. При нивниот избор, за конструкторите најважни се термодинамичките перформанси на работниот флуид во зависност од карактеристиките на геотермалниот флуид, а пред сè од температурата.

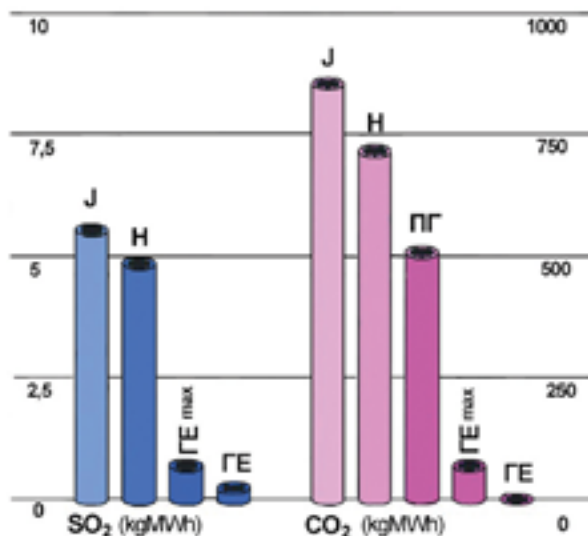
Кај геотермалните извори, кај кои двофазниот флуид излегува на површината на земјата по природен пат, геотермалната енергија може поефикасно да се искористи со примена на геотермална постројка со комбиниран двоен (бинарен) циклус, во која се вградени две турбини, од кои едната работи на водна пареа, а втората на пареа на некоја органска течност.

На полуостровот Reykjanes во Исланд, во 1989 година бил пуштен во работа првиот дел од 12 MWe постројка Svartsengu за комбинирано производство на енергија со комбиниран циклус. Од постројката, покрај електрична енергија, се добива и топлина за централно греење на 10 населени места на полуостровот, западно од главниот град Рејкјавик. Топлинскиот конзум изнесува 125 MWt, а излезната електрична моќ е 16,4 MWe. Основната топлинска шема на постројката, составена од една парнотурбинска постројка што работи со сувозаситена пареа и две постројки со органски работен флуид, е дадена на сл. 3.3.

ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Факт е дека геотермалната енергија помалку ја загадува околината во однос на користењето на фосилните горива, но со нејзиното користење околината е изложена на бројни чувствителни влијанија (токсични гасови, тешки метали, лизгање на земјиштето, сеизмички активности и др.), со кои доколку не се постапува правилно можат да предизвикаат сериозни последици.

Скоро секоја активност насочена кон користење на геотермалната енергија има соодветно влијание врз животната средина. Така, на пример, во текот на прелиминарните истражувања (геолошки, хидрогеолошки, геохемиски и др.), потоа во текот на главните истражувања и дупчењето на дупнатините (зафаќање на земјиште, одложување на отпадот - цврст и течен, бучавата, зголемен сообраќај и др.), како и во текот на експлоатацијата, животната средина континуирано се загадува.



Сл. 3.1. Емисија на CO₂ и SO₂ од ТЕП во зависност од изворот на енергија
 J-јаглен; H-нафта; ПГ-природен гас; ГЕ-геотермална енергија

Самото користење на геотермалната енергија има директно влијание на:

- загадување на воздухот со исфрлање на некондензирачки гасови (CO₂, H₂S, NH₃, CH₄, N₂ и H₂), но најчесто присутни се CO₂ и H₂S.
- загадување на површинските и подземните води со: отпадна геотермална вода, растворени соли и токсични состојки, како што се литиум, борна киселина, арсен, амонијак, жива и мали количини на антимон, талиум, сребро и др.
- бучава (исфрлање на флуидот во атмосфера, испитување на дупнатината),
- топлинско загадување на атмосферата (при отворен систем без реинјектирање, производство на електрична енергија - заради нискиот к.п.д.), и
- ерозија на земјиштето (изградба на патишта, сместување на опремата и др.).

Иако најголемиот дел од некондензирачките гасови што се испуштаат во атмосферата се состои од CO₂, сепак, при користење на геотермалната енергија за задоволување на потребите со топлинска или електрична енергија, значително се намалува испуштањето на CO₂ во однос на согорување на фосилните горива во котелски постројки за добивање на топлинска или електрична енергија.

На сл. 3.1 е дадена максималната емисија на CO₂ и SO₂ кај геотермалните постројки при реинјектирање на геотермалниот флуид, во споредба со емисијата кај конвенционалните постројки на фосилно гориво (јаглен, нафта и природен гас).

Врз основа на изнесеното треба да се нагласи дека при користење на геотермалната енергија треба да се преземат соодветни технички решенија за намалување на штетното влијание врз животната средина, а особено големо внимание треба да се посвети на законската регулатива, особено во општините каде што геотермалната енергија се користи.

ЗАКЛУЧОК И ПРЕПОРАКИ

Геотермалната енергија како обновлив извор на енергија (може да се користи непрекинато без да се намали капацитетот) ги исполнува трите основни услови за користење и тоа:

- достапна е во природата,
- расположлива е во текот на целата година (дење и ноќе, зиме и лете)
- прифатлива е за користење.

Како што е и претходно изнесено,

геотермалната енергија може да се користи директно за задоволување на потребите од топлинска енергија во повеќе области од човековото живеење, но истата може да се трансформира и во електрична енергија. Кои технолошки процеси ќе се применат за директно користење, а особено за претворање на топлинската во електрична енергија, зависи од:

- количината на геотермалниот флуид
- температурата и притисокот на геотермалниот флуид
- односот вода/пара кај извори во вид на смеса
- содржината на некондензирачки гасови
- содржината на растворени соли и минерали
- способноста за таложење на каменец и создавање на корозија и др.

Сепак, од постојните современи технологии за трансформација на геотермалната во електрична енергија, може да се заклучи дека кај геотермалните флуиди со ниска температура (<120 °C) не е енергетски препорачливо топлинската енергија да се трансформира во електрична заради нискиот коефициент на полезно дејство (<10 %), туку истата треба директно да се насочи кон задоволување на многубројните потреби од топлинска енергија.

Може често да се слушне или прочита дека користењето на геотермалната енергија е сосема "чист" процес кој нема влијание на околината. Секако дека со користење на геотермалната енергија помалку се загадува околината во однос на фосилните горива, но мора да се знае дека тоа не е сосема безопасно

за околината. Тоа значи дека не може целосно да се елиминира загадувањето, туку само да се намали и да се доведе до дозволено ниво.

- За интензивирање на користењето на геотермалната енергија со што помало влијание врз животната средина, треба да се имаат предвид следните приоритети:
- дефинирање на капацитетите на изворите, со цел да се регулира нивното користење (топлинска или електрична енергија)
- усогласување со постојните стандарди, регулативи и законодавство во користењето на геотермалната енергија во насока на заштитата на животната средина
- поддршка на општествените програми и специфичните иницијативи, во насока на примена на тарифниот систем-зелена енергија, кредити со ниска каматна стапка, гаранција за минимален ризик, сè со цел подинамичен развој на проектите за користење на геотермалната енергија
- социјалниот аспект, особено на месното население е од особено значење да се обезбеди еден геотермален проект да се реализира и стави во експлоатација.

6.0. ЛИТЕРАТУРА

1. С. Арменски: "Неконвенционални термоенергетски постројки", Умножени предавања, 493 стр., Скопје, октомври 2001 година.
2. С. Арменски: "Обновливи извори на енергија", Учебник, 493 стр., Скопје, јануари 2004 година.
3. Combined Geothermal Heat&Power Plants, Geo-Heat Center Quarterly Bulletin Center, June 2005.
4. Suyanto, Taufan Surana, Lina Agustina, and Andri Subandriya: "Development of Direct Use Application by BPPT", Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia, 25-29 April 2010.
5. John Lund, Tonya Boyd: "Small Geothermal Power Project Examples", Geo-Heat Center, Klamath Falls, Oregon.
6. John W. Lund: "Direct Heat Utilization of Geothermal Resources Worldwide 2005", Geo-Heat Center Oregon Institute of Technology Klamath Falls, OR.
7. Alyssa Kagel: "The State of Geothermal Technology", Part II: Surface Technology, Geothermal Energy Association 209 Pennsylvania Avenue SE, Washington, D.C. 20003.
8. Kagel, A., Bates, D., and Gawell, K.: "A Guide to Geothermal Energy and the Environment", Geothermal Energy Association, Washington D.C., 2005.
9. Colligan, J. G., "U.S. electric utility environmental statistics", in Electric Power Annual 1991, U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, DOE/EIA-0348(91), Washington, D.C., 1993.
10. M.J. Reed and J.L. Renner: "Environmental compatibility of geothermal energy" Ch. 2 in "Alternative fuels and the environment" ed. by F. S. Sterret, CRC Press, Boca Raton, 1995.
11. S. Frick, M. Kaltschmitt: "Environmental impacts by the use of geothermal energy", ENGINE Mid-term Conference, Potsdam, January 2007

В. проф. д-р Снежана Чундева
Асист. м-р Александра Крколева
М-р Јовица Вулетик
М-р Живко Коколански
Факултет за електротехника и информациски технологии
Универзитет “Св. Кирил и Методиј”

КВАЛИТЕТ НА ЕЛЕКТРИЧНАТА ЕНЕРГИЈА

ИМУНИТЕТ НА ОПРЕМАТА НА НАПОНСКИ ПРОПАДИ

ФИНАНСИСКИТЕ ЗАГУБИ ПРЕДИЗВИКАНИ ОД ЛОШИОТ КВАЛИТЕТ НА ЕЛЕКТРИЧНАТА ЕНЕРГИЈА ВО ДРЖАВИТЕ НА ЕУ НАДМИНУВААТ 150 МИЛИЈАРДИ ЕВРА ГОДИШНО, ОД КОИ 90 ОТСТО ОТПАГААТ НА ИНДУСТРИСКИТЕ ПОТРОШУВАЧИ, КАДЕ ШТО 60 ОТСТО ОД ЗАГУБИТЕ СЕ ПОСЛЕДИЦА НА НАПОНСКИ ПРОПАДИ

За поимот квалитет на електрична енергија (power quality) постојат повеќе дефиниции и објаснувања. Во делот од литературата што се занимава со оваа област, како синоними се среќаваат и поимите квалитет на електрично напојување и напонски квалитет. За сите овие поими заедничко е дека со нив се третира заемното дејство помеѓу електроенергетскиот систем и потрошувачите. Според EN 61000-4-30 под квалитет на напонот, покрај сигурноста во снабдувањето и квалитетот на услугите, што е дел од квалитетот во напојувањето, се подразбираат карактеристиките на електричниот напон на едно одредено место во мрежата, кои можат да се оценат според множество од технички референтни вредности. Според IEC, под квалитет на електрична енергија се подразбира множество од параметри со кои се дефинираат својствата на електричното напојување кое се доставува до корисниците при нормални работни услови од аспект на непрекинато напојување и карактеристиките на напонот (симетрија, фреквенција, амплитуда, облик). Сепак, сите засегнати субјекти имаат своја интерпретација на поимот квалитет на електрична енергија. Дистрибутерите на електрична енергија овој поим често пати го изедначуваат со доверливост во снабдувањето, односно непрекинато во снабдувањето со електрична енергија. Производителите на електрична опрема сметаат дека квалитетот на електричната енергија вклучува низа карактеристики на системот за снабдување кои треба да бидат обезбедени за да се овозможи правилна работа на нивната опрема. Можеби најприфатлива е дефиницијата според која секој електроенергетски проблем манифестиран со напонска, струјна или фреквентна девијација, кој резултира со престанок на работата или неправилна работа на уредите кај корисниците, треба да биде сметан за проблем од областа на квалитетот на електричната енергија. Многу често, квалитетот на електричната енергија се дефинира и преку квалитетот на напонот и

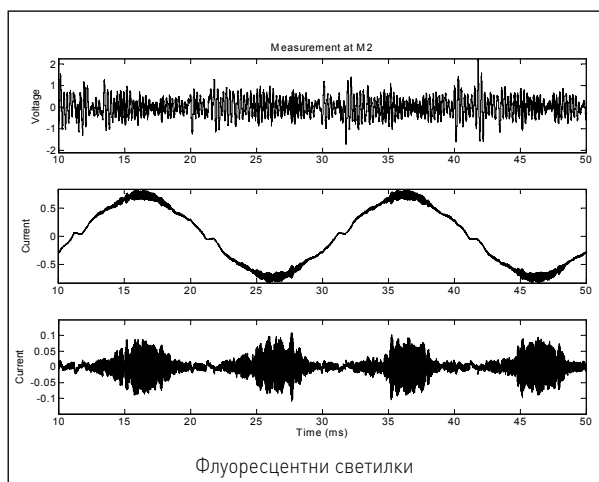
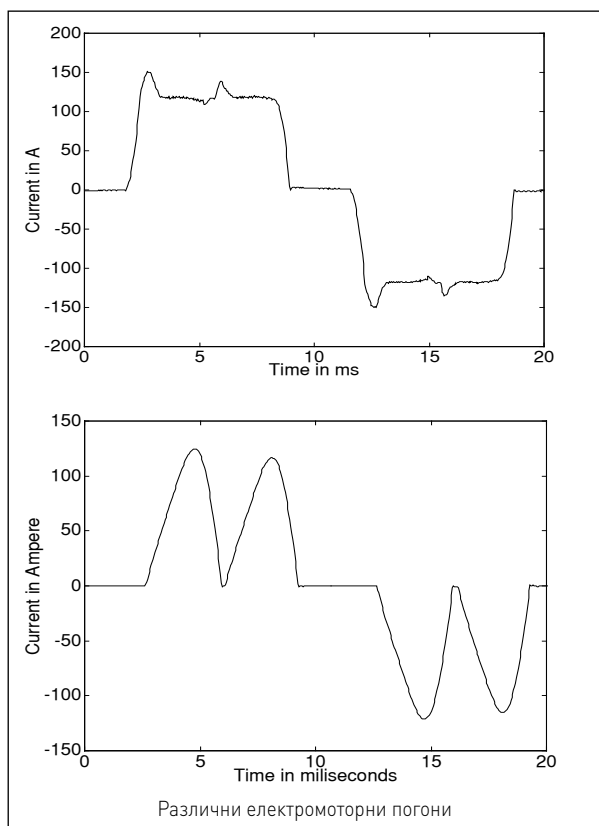
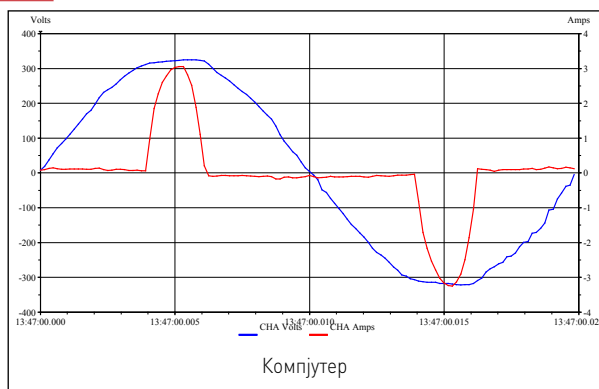
струјата, односно тие не треба да отстапуваат од идеален синусоидален облик.

Интересно е да се спомене дека првите научни публикации од областа на квалитетот на електричната енергија произлегуваат од студиите на американската морнарица. Прв пат поимот квалитет на електрична енергија бил употребен уште во 1968 година, во труд во кој во детали биле опишани барањата поврзани со функционирањето на електронските уреди, како и потребната опрема за следење на работата на овие уреди на бродовите. Наскоро потоа се појавиле уште неколку трудови кои се однесувале на слична проблематика, овојпат анализирајќи уреди применети во воздухопловството. Во овој период и во скандинавските земји и во тогашниот СССР почнува да се употребува и терминот квалитет на напон, кој се однесува на бавните промени на вредноста на напонот во електроенергетските мрежи.

КВАЛИТЕТОТ ВАЖЕН ЗА ПОВЕЌЕ СУБЈЕКТИ

И покрај тоа што сите не се сложуваат со користењето на поимот квалитет на електрична енергија, сите се согласни дека тоа е многу важен аспект при испораката на електричната енергија. Интересот за оваа проблематика се зголемува во текот на втората половина од 20-тиот век, а го достигнува својот врв во средината на 90-тите години на минатиот век. Најпрво се истражувале проблемите во мрежата предизвикани од одделни потрошувачи, како големите електролачни печки за топење старо железо, а продолжило со конверторите и проблемите со хармониско изобличување што може да ги предизвикаат овие уреди. Струјно изобличување кај неколку различни потрошувачи е прикажано на сл. 1.

Зголемениот интерес за оваа област се должи и на зголемената употреба на електронски уреди во индустријата, комерцијалните објекти и домаќинствата. Денешните електрични уреди и апарати со вградени електронски склопови и



Сл. 1 Струјни изобличувања кај различни типови потрошувачи

микропроцесорско управување се поосетливи од уредите кои за истата намена се произведувале и се употребувале во 70-тите и 80-тите години од минатиот век. Од друга страна, новите компоненти вградени во електричните уреди се и една од причините за појава на различни нарушувања и промени на напонот во мрежата. Оттука, може да се каже дека квалитетот на електричната енергија засега повеќе субјекти меѓу кои и потрошувачите на електрична енергија, електроенергетските компании, производителите на електрична опрема, регулаторните тела и други. Потрошувачите се сопственици на електрични уреди кои може да придонесат за влошување на напонските услови во мрежата, но истовремено и корисници на уреди кои се чувствителни на промените на напонот на напојување. Освен тоа, денес потрошувачите се подобро информирани за последиците од прекините или лошите напонски услови во дистрибутивната мрежа и реагираат на овие појави. И електроенергетските компании се засегнати од она што би можеле да го сметаме за „лош квалитет на електрична енергија“. Имајќи предвид дека електроенергетските мрежи се сложени системи, чии елементи влијаат еден на друг, проблемите кои произлегуваат од некој елемент може лесно да предизвикаат проблеми во функционирањето на другите елементи. Во таа смисла, уреди кои придонесуваат за зголемен број нарушувања во мрежата се и електронските апарати и уреди во домаќинствата, компјутерите, но и опремата во помалите индустриски и комерцијални објекти која користи различни типови конвертори. Главен причинител на проблемите е несинусоидалниот облик на струјата и дисторзијата поради присуството на виши хармоници, што се рефлектира со појава на хармоници во напонот. Повеќе вакви уреди приклучени во мрежата може да бидат причина за појава на дисторзија на напонот.

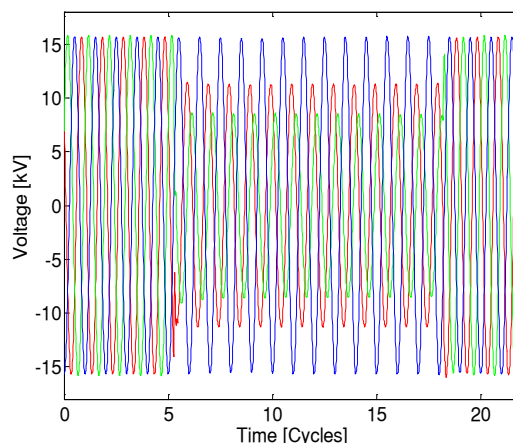
Останатите причини за зголемениот интерес во оваа област се и промените кои се случуваат во електроенергетскиот сектор во последните две децении, особено принципите на пазарно стопанисување со електричната енергија и нејзиниот третман на „произведено добро“ со кое се тргува на пазарот на електрична енергија. Од овој аспект, електроенергетските компании

се заинтересирани на своите потрошувачи да им достават „квалитетен производ“. Истовремено, новите технологии и инвестициите во дистрибутивните и преносните мрежи придонесоа за значително намалување на прекините во снабдувањето, па потрошувачите во индустриски развиените земји добиваат впечаток дека електричната енергија отсекогаш била достапна и очекуваат таа да има соодветен квалитет. Од друга страна, во неразвиените земји каде што прекините во снабдувањето се редовна појава, проблемот со квалитетот на електричната енергија не е во фокусот.

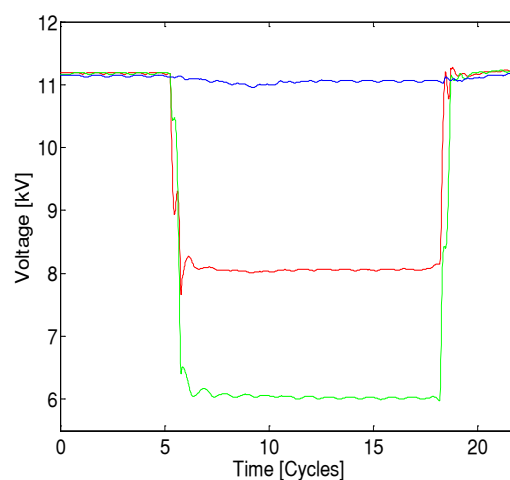
ШТО Е НАПОНСКИ ПРОПАД?

Квалитетот на електричната енергија може да се следи преку низа појави меѓу кои: промена на вредноста на напонот во определени граници, кратки и долги прекини, напонски пропади, тотална хармониска дисторзија (THD) на напонот, фликер (треперење), несиметрија, промена на фреквенцијата. Во натамошниот дел од текстот ќе стане збор за напонските пропади (јами, длапки), кои претставуваат краткотрајно намалување на амплитудата на напонот на напојување. Нивното времетраење вообичаено изнесува од неколку периоди на напонот со индустриска фреквенција до неколку секунди. Напонските пропади најчесто настануваат поради куси врски во мрежата, а во некои случаи и при пуштање на мотори во погон и приклучување на трансформатори во мрежата. Напонските пропади имаат влијание врз функционирањето на електричната опрема, а индустриските процеси може да функционираат отежнато или целосно да запрат како последица на напонски пропад, при што може да се предизвикаат значителни финансиски загуби. Финансиските загуби предизвикани од лош квалитет на електрична енергија во државите на ЕУ надминуваат 150 милијарди евра годишно, од кои 90% отпаѓаат на индустриските потрошувачи. Кај индустриските потрошувачи, дури 60% од загубите предизвикани од лош квалитет на електрична енергија се последица на напонски пропади.

Типичен пример за напонски пропад е прикажан на сл. 2, од каде што може да се забележи временската промена на напонот во сите



Сл. 2 Типичен изглед на напонски пропад во трифазен систем



Сл. 3 Напонски пропад – приказ на ефективни вредности

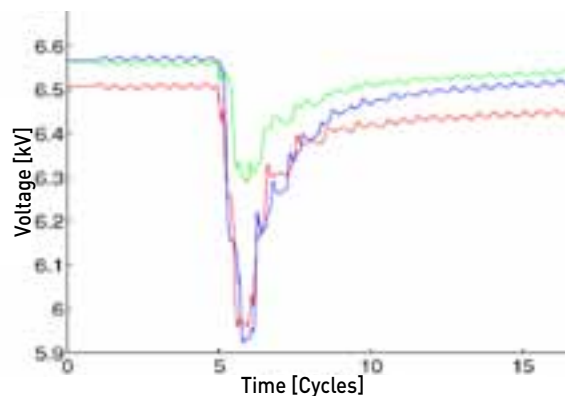
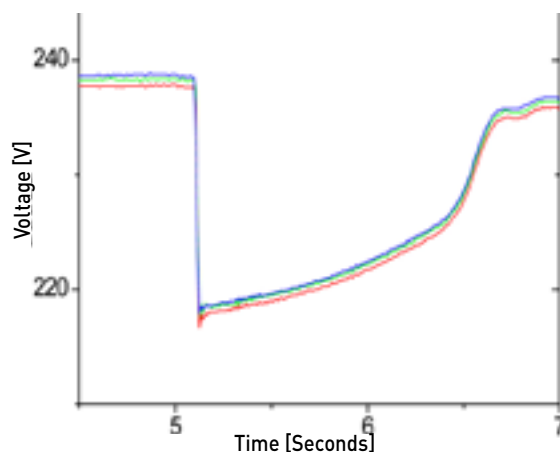
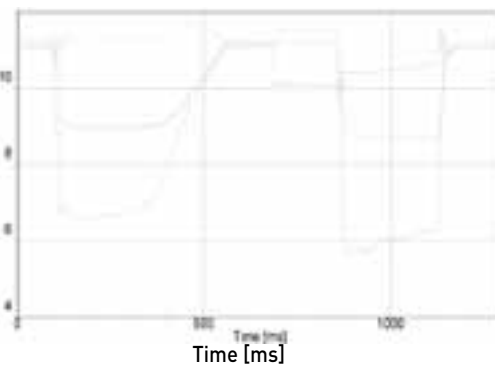
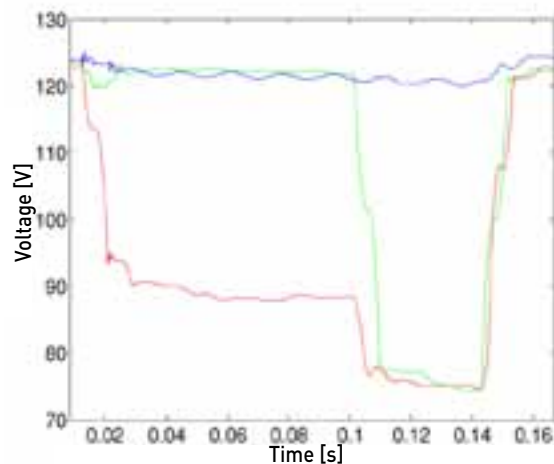
три фази. Во одреден момент доаѓа до намалување на напонот во две фази, додека во третата фаза вредноста на напонот останува непроменета. Вообичаено, напонските пропади се прикажуваат преку ефективната вредност на напонот, како што е тоа покажано на сл. 3. Во согласност со стандардот IEC 61000-4-30, обликот на напонот се следи во сите три фази (фазните или линиските напони), а ефективната вредност на напонот се пресметува на секои 10 ms. За дефинирање на напонските пропади важни карактеристики се нивната големина и времетраење. Горната граница на напонскиот пропад е дефинирана на 90% од номиналната вредност на напонот, додека траење на напонскиот пропад е времето за кое напонот е помал од дефинираната горна граница и се случува најмалку во една од фазите. Сепак, напонските пропади не се целосно дефинирани со големината на напонот и времетраењето. Во таа

смисла, при појава на пропад, трифазната опрема е изложена на три различни напони, фазниот агол на напонот може да се промени, амплитудата на напонот не мора да е константна, потребно е извесно време да се поправат напонските услови, а можна е и појава на хармониска дисторзија за времетраењето на напонскиот пропад или потоа. Оттука, јасно е дека оваа појава може да предизвика низа штетни последици за опремата и различните процеси во индустријата. Напонските пропади може да имаат различни облици и времетраење, а може да се појават и неколку пати едноподруго. Неколку невообичаени напонски пропади се прикажани на сл. 4.

ИСТРАЖУВАЊА НА РАБОТНАТА ГРУПА CIGRE/CIREN/UIE C4.110

Поради последиците што ги предизвикуваат, напонските пропади се во фокусот на истражувањата на работната група на UIE за квалитетот на електричната енергија. Оваа работна група е формирана со цел да ги дисеминира резултатите од работната група CIGRE/CIREN/UIE C4.110, кои се однесуваат на нивото на електромагнетна компатибилност и имунитет на опремата на напонски пропади, а кои се преточени во препораки до повеќе засегнати страни, меѓу кои организациите за стандардизација, регулаторите, операторите на електроенергетските системи, производителите на опрема, индустриските инсталации, потрошувачите и истражувачите. Истражувањата на оваа работна група се однесуваат на повеќе аспекти на имунитетот на опремата на напонски пропади и начините за намалување на можните последици врз опремата, пред сè преку внесувања извесни подобрувања уште во фазата на нејзино проектирање. Овие обемни истражувања се дел од извештајот Voltage Dip Immunity of Equipment and Instalations, којшто во електронска верзија може да се преземе од www.uie.org и е достапен од април 2010. Без детално да се навлегува во овој извештај, накусо ги наведуваме поважните придонеси:

- детален опис на појавата на напонски пропад и сите нејзини карактеристики,
- имунитет на различна опрема на напонски пропади преку квантитативна анализа на карактеристиките на напонските пропади (големина, времетраење и сл.),



Сл. 4 Невообичаени напонски пропади

- испитување на имунитетот на опремата наспроти карактеризација на опремата,
- економски аспекти на појавата на напонски пропад,
- воспоставување на глобална база на податоци за напонски пропади, која содржи статистички податоци од повеќе земји во светот,
- воведени се класи на имунитет на опремата, претставени преку соодветни дијаграми со што се олеснува комуникацијата меѓу производителите и корисниците на опремата од аспект на напонските пропади,
- дефинирани се и проблемите кои во иднина ќе треба да бидат во фокусот на истражувачите кои ќе се занимаваат со оваа проблематика.

Во практиката, дел од овие истражувања се искористени за да се направи преглед на карактеристиките на напонските пропади на начин кој е корисен за производителите на електрична опрема. Направена е детална листа на карактеристиките на напонските пропади, без оглед на нивната важност. Целта е оваа листа да послужи за проверка уште во раната фаза на проектирање на опремата со што ќе се избегнат потенцијалните проблеми со кои би се соочиле корисниците на опремата и операторите на електроенергетските системи. Оваа листа наоѓа примена и при испитувањето на опремата.

ЕКОНОМСКИ ПОСЛЕДИЦИ

Карактеристиките на напонските пропади се јасен показател за техничките проблеми кои ги предизвикува оваа појава, но економските последици се можеби и најважниот двигател за спроведување на деталните истражувања. Грубите процени покажуваат дека финансиските загуби кои ги претрпуваат електроенергетските компании и индустријата надминуваат неколку милиони евра за компанија на годишно ниво, а дека овие бројки се поголеми ако се разгледуваат на ниво на национални економии. Всушност, постојат големи разлики при интерпретирањето на финансиските загуби и настаните кои се сметаат за причина за загубите, но тоа не значи дека истите треба да бидат занемарени. Клучно прашање е кои се неопходните чекори што треба да се преземат за да се намалат овие финансиски загуби.

Од технички аспект, опремата може да биде произведена така што ќе биде целосно имуна на напонски пропади, но тоа ќе значи дека процесот

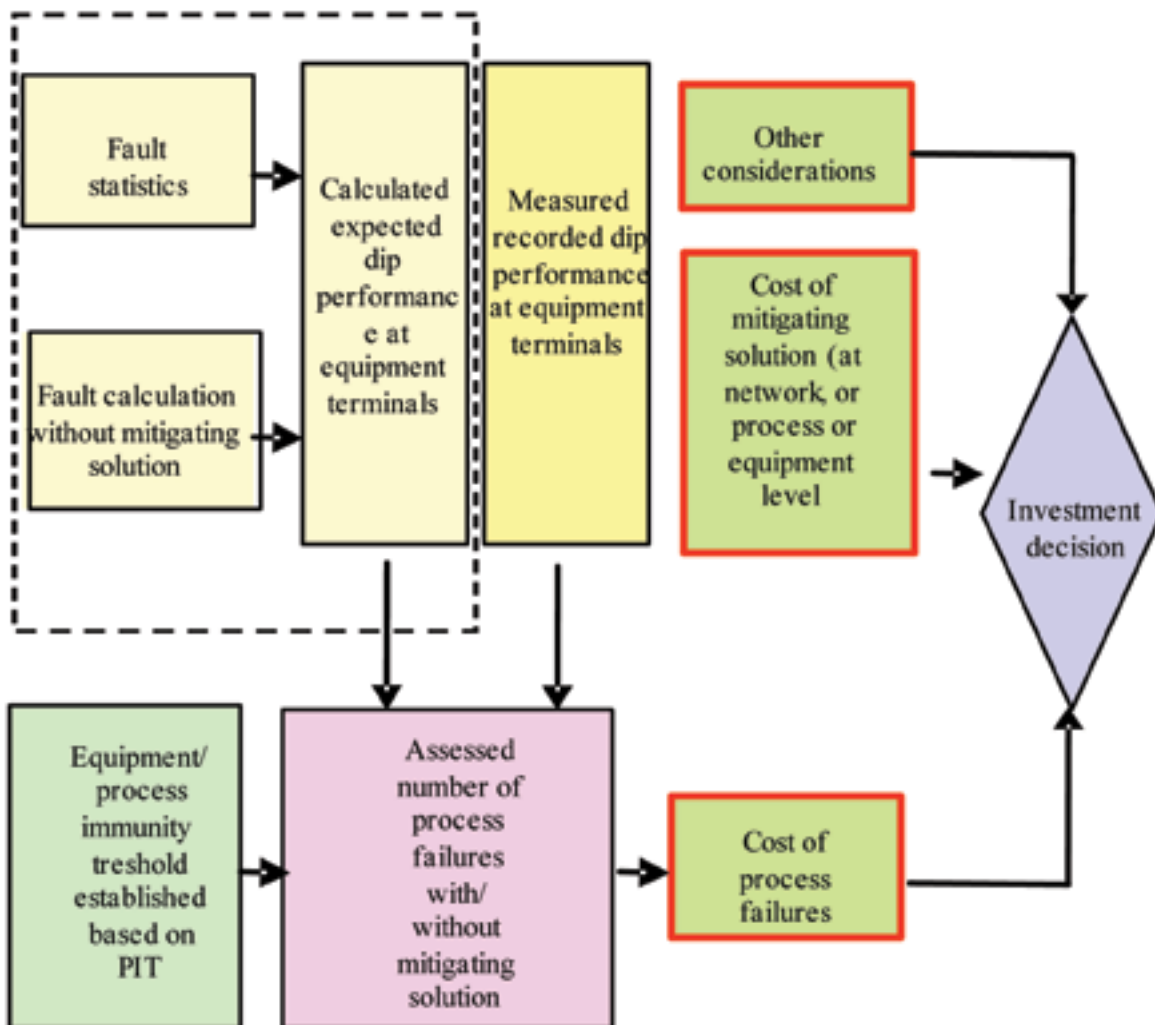
на нејзино производство ќе биде поскап, па и самата опрема ќе биде поскапа. Ова значи дека треба да се направи компромис меѓу премногу скапа опрема и опрема која ќе биде поотпорна на нарушувања во мрежата. Дополнително прашање во овој контекст е уште колку треба да инвестираат купувачите на опремата, имајќи предвид дека во голем број случаи при примена на различни типови опрема, напонските пропади не се најважниот проблем со кој се соочуваат корисниците на опремата. Донесувањето одлука за дополнително инвестирање треба да се темели на неколку факти: податоци за бројот и карактеристиките на напонските пропади кои се јавуваат на местото на приклучување на опремата, корелација меѓу карактеристиките на напонскиот пропад и последиците кои ги чувствува потрошувачот, финансиските загуби кои се последица на влијанието на пропадот врз потрошувачот и трошоците за зголемување на имунитетот на опремата на напонски пропади.

Секако дека понатамошната анализа ќе зависи од применетата опрема и од процесот кој се извршува со нејзино користење. Финансиските загуби поради неправилно функционирање или оштетување на опремата поради напонски пропад за даден индустриски процес, во најопшт случај, вклучуваат неколку ставки: директни трошоци, односно трошоци кои се појавуваат еднакратно и се предизвикани од напонскиот пропад, а се однесуваат на покривање на трошоците за материјали, потрошена енергија, исплата на работна сила, казни (финансиски) за неисполнети договори; трошоци за рестартирање на процесот, вклучувајќи процена на штета, трошоци за отстранување дефекти, потрошена енергија за рестартирање на процесот, исплата на работна сила која го извршува процесот на рестартирање; „скриени трошоци“, како намалена конкурентност, загубена репутација, незадоволство кај потрошувачите, незадоволство кај вработените поради прекин во процесот и сл. Овие трошоци, поточно загуби, треба да се споредат со трошоците поврзани со зголемување на имунитетот на опремата од напонски пропад. Овие трошоци, пак, опфаќаат зголемени трошоци за опрема, проектирање и изведба на опремата, нејзино тестирање и трошоци за обезбедување на потребните сертификати.

Работната група предложи и методологија за донесување одлука за инвестирање во подобрување на имунитетот на опремата на напонски пропади. Оваа постапка подразбира користење симулации или реални податоци за процена на работата на опремата во услови на напонски пропад без и со примена на предвидено решение за намалување на последиците, со цел да се оцени ефикасноста на предложеното решение. Целата постапка е прикажана преку дијаграмот на сл. 5.

На крајот, може да се постави уште едно дополнително прашање, а тоа е потребата од промена на постојните стандарди, односно воведување нивоа на имунитет на опремата и како тоа ќе влијае врз зголемувањето на трошоците. Искуството покажува дека подобрување на имунитетот на неколку клучни елементи во

одреден индустриски објект не мора да значи целосен имунитет на напонски пропади. Всушност, економското влијание на општ стандард за имунитет на опремата, применет на различни типови опрема, од кои некои и не бараат посебна заштита од аспект на пропади, не може веднаш да се оцени. Причината е што трошоците се распределени меѓу купувачите на опремата, без оглед дали имаат потреба од повисоко ниво на имунитет на опремата, а придобивките ги чувствуваат крајните корисници кај кои е изразена потребата од повисоко ниво на заштита. На крајот, може да се констатира дека вкупните трошоци за спроведување на барањата од општ стандард за имунитет на опремата, односно дефинирани на нивоа на имунитет на опремата треба да бидат помали од економските придобивки од нивната примена.



Сл. 5 Методологија за донесување одлука за дополнителни инвестиции предложена од CIGRE/CIREU/UIE C4.110

Асист. м-р Александар Радевски
Архитектонски факултет
Универзитет "Св. Кирил и Методиј"

*И рече Бој: Нека Биде Свејлина.
И Би Свејлина.*
(прва книга Мојсеева – БИТИТЕ)

ДНЕВНА СВЕТЛИНА - ДЕФИНИРАЊЕ, ТОЛКУВАЊЕ И ПРИМЕНА

СВЕТЛИНАТА - ЕДИНСТВЕН НЕВИДЛИВ ЕЛЕМЕНТ СО ТРЕТМАН НА ГРАДЕЖЕН МАТЕРИЈАЛ



УШТЕ ВО 1933 ГОДИНА LE CORBUSIER ВО АТИНСКАТА ПОВЕЛБА (THE ATHENS CHARTER) ПОТЕНЦИРАЛ ДЕКА ЗА АРХИТЕКТИТЕ, ИМПЕРАТИВНА ЗАДАЧА ТРЕБА ДА БИДЕ ВНЕСУВАЊЕТО НА СОНЦЕТО ВО ПРОСТОРОТ

Дневната светлина е почеток...

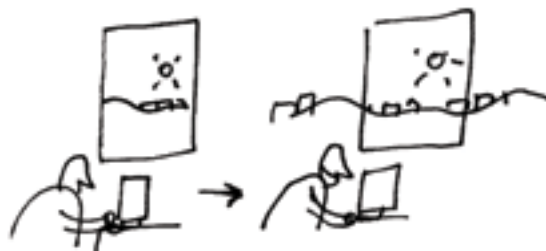
Еволуцијата на луѓето се базира на условите на природната светлина. Сонцето како извор на дневната светлина е почитувано од многу религии како дом на боговите или како божество.

Низ историјата архитектите граделе за сонцето. Ова го правеле со цел да се овозможи богочитувањето на сонцето и да се обележи патот кон рајот. Се сметало дека осветлените градби може да спречат најразлични заболувања. (Imhotep)¹

Третманот на осветлувањето, како и неговото културно и симболичко значење, од аспект на рационален или емотивен пристап, често се менувале во однос за или против. Светлината е единствениот нематеријален и невидлив елемент кој има третман на градежен материјал, елемент кој влијае врз изборот на дом/засолниште, како и при дефинирањето на ѕидните маси на затворениот волумен.

Дневната светлина е основа за живот на растителниот свет, но исто така важен е ефектот на дневната светлина врз одредени органски функции кај животните и човекот, како што е метаболизмот или регулацијата на хормоните. Светлината е еликсир што дава живот. Задоволувањето со дневна светлина е неопходно за задржување на психичкото здравје, кое ја поттикнува мислата, внесува радост и не прави вистински благодарни за сопственото постоење. Дневната светлина како еден од сегментите во процесот на проектирање и експлоатација на објектите претставува основен елемент кој може директно да влијае на севкупната здравствена состојба на луѓето кои престојуваат во тој простор. Според Christopher Alexander², луѓето по својата природа се фототропни. Тие се движат кон светлината, а кога се статични тие се ориентират себеси кон светлината. Максималното користење на дневната светлина од која во голема мера зависи биолошкиот ритам на човековиот организам, здравјето и работната способност

на корисниците, навлегува во просторот преку светлосни отвори и придонесува за визуелно проширување на внатрешноста и поврзување со надворешното опкружување.



Dan Perjovichi, Out of in door

Преку отворите се овозможува надворешната динамика на опкружувањето да навлезе во затворениот статичен ентериер, со што се овозможува избегнување на чувството на страв од затворен простор. За разлика од вештачката светлина која може да се насочи во која било точка од ентериерот, а нејзиниот интензитет да се контролира според желбите на корисникот, употребата на дневната светлина се карактеризира со сосема различен пристап поради нејзините специфичности и карактеристики. Нејзината варијабилност има влијание на изразот на секое архитектонско и уметничко дело.

Ритамот на денот, циклусот на светло и темно во текот на годината, како и непостојаноста и променливоста на временските и небесните услови, имаат целосно влијание на нашата перцепција. Светлината и материјалите се заемно зависни еден од друг. Материјалите се клучни за да се разбере светлината во архитектурата бидејќи тие директно влијаат на квалитетот и квантитетот на светлината.

Peter Zumtor во својата книга Atmospheres во поглавјето The Light on Things, го опишува незаменливото чувството од присутноста на дневната светлина.

„Кога размислувам за дневната и вештачката светлина морам да признаам дека дневната светлина, односно светлината на предметите е толку возбудлива што јас го чувствувам нејзиниот спиритуален квалитет. Наутро кога изгрева сонцето – што јас го

¹ Имхотеп, градител, олицетворение на историската поврзаност помеѓу сонцето, архитектурата и медицината.

² A Pattern Language, Towns#Buildings#Construction; Christopher Alexander; Oxford University Press; 1977

сметам за чудесно, апсолутно фантастично по начинот на кој излегува секое утро – и ги фрла зраците на предметите, не изгледа како да припаѓа на овој свет. Јас не ја разбираам светлината. Ми дава чувство дека има нешто над мене, нешто над секое сфаќање. И многу ми е мило и многу сум благодарен дека постои такво нешто."



Le corbusier, цртеж на Apollo/Medusa
Дијалoшка рамнотежа помеѓу две спротивставени сили

Светлината и топлината се два основни производа на дневната светлина кои директно влијаат на квалитетот на просторот. Денес сè повеќе овие две компоненти се поставуваат како основен предуслов при проектирањето на објектите. Енергетската криза како природна состојба и карактеристиките на времето во кое живееме се константи на современото време кои директно се поврзани со еколошката и економската криза, а се во динамична и интеракциска врска. Според истражувањата спроведени во Европа, енергијата која се троши во градежништвото зазема 40-50 отсто од вкупната потрошувачка на енергија. Најголемиот дел се троши на загревање и ладење на објектите, но не е мал ни процентот на енергијата која се троши за осветлување на

објектите. Ваквата состојба ги наметнува природните квалитети во приоритетна позиција при изборот на материјалите и начинот на градење на објектите.

СВЕТЛИНА И МЕСТО

Дневната светлина со нејзината типична шарена игра има водечка улога во создавање на карактерот на самото место. Таа е најверојатно единствениот медиум кој ни ги обезбедува двете чувства за место и за време. Архитектите треба да ја уловат специфичната природа на светлината со приспособување на објектите на карактеристиките на теренот при услови на дневна светлина, но не само со цел да се збогати нашето сензуално чувство туку и да се овозможи заштеда на енергија.

Исто така, во архитектурата се покажало дека дневната светлина не може да се гледа изолирано, туку секогаш е потребно да постои реципрочитет помеѓу климата и топографијата на местото, како и локалната историја и секојдневните навики на локалното население.

СВЕТЛИНА И ПРОСТОР

Ако е потребно да се дефинира основниот критериум за тоа која е целта на внесувањето на дневна светлина во просторот, тогаш може да се издвои дека тоа е критериумот на перформансите на осветлувањето и неговото влијание врз карактерот на просторот и луѓето кои престојуваат во тој простор.



Dan Perjovichi, Out of in door

Почетен чекор во размислувањето за осветлување на одреден простор е дефинирање на целите и специфичностите на просторот, како и потребното количество осветленост за остварување на ефектите кои треба да се постигнат. Потребно е целта на осветлувањето да биде во согласност со општите архитектонски достигнувања, со што би се потенцирале

основната идеја и просторниот концепт.

Уште во 1933 година Le Corbusier во Атинската повелба (The Athens Charter) потенцирал дека за архитектите, императивна задача треба да биде внесувањето на сонцето во просторот.

За „предметноста на светлината“ и нејзиното влијание врз карактерот на просторот Џејмс Турел, уметник кој се занимава со светлината во просторот, изјавил:

„Во суштина јас правам простори кои ја заробуваат светлината и ја чуваат за да можете вие физички да ја почувствувате. Тоа е остварување кое вашите очи може да го допрат, да го почувствуваат. И кога очите се отворени ѝ отстапувате простор на оваа сензација (дражба), допирот излегува од очите во форма на чувство“

ОСВЕТЛУВАЊЕ НА ПРОСТОР

Осветленоста на еден простор придонесува за вреднувањето на квалитетот на објектот. Третманот на светлината како компонента во архитектонското творештво е дополнителен аспект кој овозможува зголемување на естетиката и функционалната вредност на објектот.

Процесот на трансформација и контрола на дневната светлина е ефект кој е секогаш актуелен и претставува суштински архитектонски проблем, но и можност за подобрување и збогатување на психофизичкиот, архитектонскиот и урбан квалитет на опстојување и живеење на одреден простор. Еден од посовремените пристапи за решавање на проблемот на квалитетна осветленост во објектите е таканаречениот Холистички³ пристап, со кој се зачувуваат локалните услови во процесот на урбанистичкото и архитектонското планирање. Објектите во својата енергетска избалансираност треба да се гледаат како самостојни системи кои оптимално ги искористуваат околните форми на енергија за задоволување на своите потреби од различен вид. Тие треба да се развиваат како константни системи кои ќе бидат во можност да ги задоволат

³ Holism (holos, грчки збор што значи сите, целиот, вкупно) е идеја дека сите својства на даден систем (физички, биолошки, хемиски, социјални, економски, ментални, јазични) треба да функционираат како целина.

различните потреби на подолг временски период.

Секој објект треба да се согледа како единка која функционира самостојно, со зачувување на надворешното опкружување. Изборот на диспозиција на објектот и внатрешното функционално организирање, треба да бидат подредени на природните законитости.



Christopher Alexander, #128 Indoor sunlight, a patern language

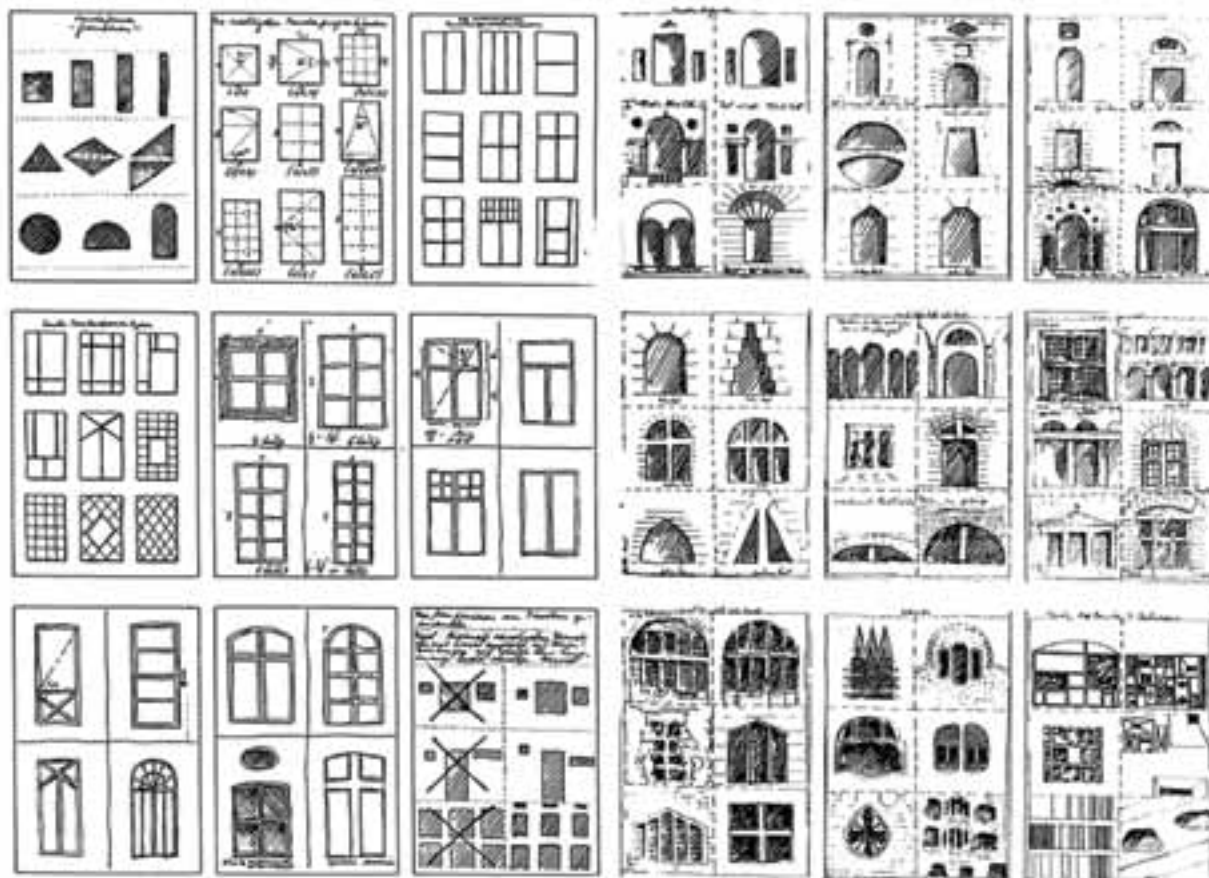
Со ваков пристап се олеснува употребата на современите технолошки достигнувања кои селективно можат да се применат во позитивна смисла без да се наруши биолошката рамнотежа на човекот.

СВЕТЛОСНИТЕ ОТВОРИ - ПРИМАРНИ ВИЗУЕЛНИ И ЕСТЕТСКИ ЕЛЕМЕНТИ

Метафората дека прозорците се очите на куќата, ја содржи во себе мудроста на поговорката, бидејќи истовремено соодветно ја опишува двојната улога на гледање кон надвор и примање светлина, како и двозначната функција на истовременото одделување и спојување на внатрешноста и надворешноста. Зборот прозорец исто така укажува и на тоа дека тој не е само отвор за светлина туку и отвор за временските услови. Оттука произлегува дека тој е граничниот премин за атмосферските појави кои им влијаат на корисниците во иста мера и пријатно и непријатно. Дефинирањето на големината, пропорциите и местоположбата на отворите како примарен елемент низ кој навлегува дневната светлина и како елемент кој го креира изгледот на објектот, може да се објасни преку мислата на Ле Корбизје во која се искажува поврзаноста на прозорецот со естетиката.

“Во историјата на архитектурата низ вековите, историјата на прозорецот беше непрекината борба меѓу желбите за светлина и законите на естетиката”.

Светлосните отвори во овој контекст на влијанија се подредуваат на високо ниво како причина и последица на останатите функции на современите системи. Правилното димензионирање



Елементи на архитектурата, Rob Krier

и одредување на карактерот се појдовни елементи кои придонесуваат за квалитетна осветленост и енергетски баланс на објектот.

Анализата и дефинирањето на формите преку пропорциска анализа на светлосните отвори во зависност од длабочината на просторот е дополнителен фактор кој придонесува за квалитетна осветленост. Правилниот сооднос помеѓу отворите и површината на просторот, како и соодносот помеѓу висината и длабочината на просторот е добра стартна позиција при одредувањето на големината на светлосните отвори. Со правилен третман и материјализација и соодветно конструктивно решение кое се базира на научно и техничко ниво, светлосните отвори можат да овозможат амбиент кој ги задоволува следните фактори:

- фактор на удобство во поглед на задоволување на потребата за квалитетно осветлување и
- оптимални термички карактеристики со кои се воспоставува физичка рамнотежа на човекот во неговото дејствување,
- фактор на визуелна поврзаност со опкружувањето и психичка рамнотежа на човекот,

- фактор на сигурност и безбедност на луѓето од надворешните влијанија,
- фактор на економичност базиран на енергетскиот баланс.

Одредувањето на транспарентноста на објектите во најголем дел е фокусирано на задоволување на следните контрадикторни барања:

ОСВЕТЛЕНОСТ ↔ ЗАГРЕВАЊЕ ↔ ЗАШТИТА ↔ РАЗЛАДУВАЊЕ

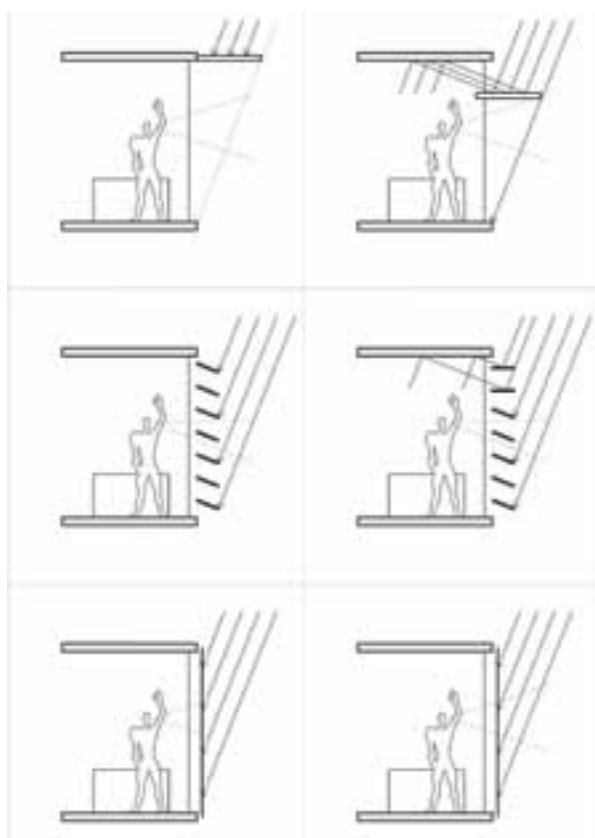
Покрај задоволувањето на социјалните и физичките барања на човекот како краен корисник на еден затворен простор, дневната светлина изразена преку светлосните отвори со својот естетски карактер влијае при оформувањето на обликот, изразот и изгледот на секое архитектонско дело. Сепак, не треба да се запостават и другите функции кои им припаѓаат на светлосните отвори - заштита од бучава која во денешно време сè повеќе претставува проблем на кој треба да се внимава, проветрување и заштита од атмосферските влијанија.

Ваквата мултифункционалност на светлосните отвори го наметнува значењето на истите како елементи кои треба да заземат соодветно место

во почетокот на процесот на обликување, а не да претставуваат последица на веќе дефинираните волумени и градежни елементи.

ЗАШТИТА ОД ПРЕКУМЕРНО ОСВЕТЛУВАЊЕ

Покрај сите позитивни придобивки од упадот на сончевата светлина и топлина, се појавуваат и негативни и непријатни појави како што се блесок, прекумерно затоплување, преголема осонченост и визуелна нелагодност. Поради сите овие наведени негативни ефекти се доаѓа до заклучок дека понекогаш треба да се применат соодветни елементи кои ќе го заштитат крајниот корисник на просторот.



Принципи на заштита од сончева радијација со филтрирање на директното сончево зрачење

Употребата на брисолите (системи за заштита од прекумерна сончева радијација) повторно се актуелизира, но со видоизменета и трансформирана функција. Сончевите засенувачи се враќаат на објектите како првостепена функционална декорација. Современите двојни обвивки кои се повеќе ги заменуваат класичните фасади придонесуваат за максимално искористување на природните законitosti при функционирање на објектите (циркулирањето на воздухот низ двојните обвивки по природен пат со избегнување на конвенционални

системи за разладување и загревање). При употребата на двојните обвивки, засенувачите се интегрирани во функцијата и изгледот на самиот објект. Во денешно време не е мал и бројот на објекти каде што засенувачите покрај својата примарна цел за заштита, добиваат и функција на колектори со фотоќелии кои создаваат ниска електрична енергија за домашна употреба. Ваквите позитивни карактеристики придонесуваат за сè поголема употреба на засенувачите во сите видови на објекти, но со еден индивидуален пристап во однос на изборот на материјалите и начинот на поставување.

Сето ова од наведеното може да користи и да се употреби како почетен елемент во процесот на проектирање, кој ќе овозможи првично согледување на можните перформанси на дневната светлина, нејзино влијание врз просторот и можност за соодветен избор на големината на отворите. Во прилог на ова може да се додаде и брзиот технолошки развој и современите материјали кои се во корелација со квантитетот и квалитетот на осветленоста. Развојот на современите материјали за застаклување и засенување овозможува флексибилност која е во контекст со големината на светлосните отвори до тој степен што количеството на светлина за осветлување е сведен на желбите на корисникот.

Токму поради ова, проблемот на внесување на дневната светлина треба да биде составен дел на процесот на интегрално развивање на архитектонската форма и неговата операционализација во контекст на дефинирање на елементите и односите кои го определуваат карактерот на објектот.

Извори:

Alexander Christopher et al. A Pattern Language, Towns#Buildings#Construction, Oxford University Press, 1977

Peter Zumthor, Atmospheres, Architectural Environments, Surrounding Objects, Birkhäuser Architecture, 2006

Le Corbusier, Atinska Povelja, Klub mladih arhitekata Arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, 1998

Louis I. Kahn, Light in Space, Urs Büttiker, Birkhäuser Verlag, Berlin, 1993

Rob Krier, Elements of architecture, architectural design profile, 1983

Thomas Herzog, Fasaden Atlas, Institut fur Internationale Architektur-Dokumentation GmbH&Co. KG, Munchen 2004

Асист. м-р Марија Мано Велевска
 Асист. м-р Слободан Велевски
 Архитектонски факултет
 Универзитет "Св. Кирил и Методиј"

(РАЗ)ГОВОРИ ЗА АРХИТЕКТУРАТА

Осврт кон изданието Предавања + разговори
 по повод 60 години постоење на Архитектонскиот факултет во Скопје



ОВА ИЗДАНИЕ ЕДУЦИРА И АКТИВИРА. ТОА ИМА ЗА ЦЕЛ ДА ГИ ПРИБЛИЖИ ПРОФЕСИЈАТА И АКТИВНОСТА НА АРХИТЕКТИТЕ ВО ОПШТЕСТВОТО, А ПРИТОА ДА ПРЕДИЗВИКА ПРОАКТИВЕН ОДНОС, ПОТТИКНУВАЈЌИ НОВИ ИДЕИ, КОНЦЕПТИ, ТЕМИ ЗА РАЗМИСЛУВАЊЕ, НОВИ РАЗГОВОРИ...

Веќе години наназад определба на Архитектонскиот факултет е да го збогатува архитектонското образование со информации и искуства кои доаѓаат однадвор, да црпи енергија не само од локалното и регионалното туку и од интернационалното знаење. Токму таквиот став на гледање на образованието како отворен процес се огледа во одлуката еден сегмент од одбележувањето на јубилејот 60 години постоење на Архитектонскиот факултет да биде преку серија гостувања и предавања на еминентни личности од архитектонската професија. Публикацијата што ги забележа тие активности излегува надвор од вообичаениот формат на јубилејни изданија. Имено, содржината на ова издание се состои од седум предавања забележани на седум ДВД-носачи на електронски информации и книга разговори со седумте предавачи. Изданието опфаќа повеќе од девет часа снимен материјал и повеќе од двесте страници пишуван текст на македонски и англиски јазик. Настанот од кој произлезе изданието се случи во еден исклучително интензивен период од нецели два месеца (април-јуни) во 2009 година, беше обработен и подготвен во текот на цела 2010 година, а доби можност за своја промоција во март оваа година.

Збирката ПРЕДАВАЊА нуди можност да се проследи богатиот авторски опус на нашите гости, преку темите кои ги одразуваат индивидуалниот интерес и заложба во архитектурата, додека, пак, РАЗГОВОРИТЕ овозможуваат директно да се преиспитаат нивните дела и недвосмислено да се откријат ставовите, отворајќи ретки и често многу лични проникнувања во размислите на седумте архитекти-соговорници.

Сите автори со кои разговаравме ги обединува архитектурата во чии пошироки рамки тие дејствуваат, секој од нив на посебен и себесвојствен начин. Интересно е да се проследи како тие некогаш на различни начини, а некогаш преку слични техники и методи развиваат посебни погледи во архитектурата. Сметаме дека тоа е и една од придобивките на денешното време - да имаме поединечни и специфични верувања и дејствувања истовремено, гледишта кои нужно не се негираат, туку напротив - коегзистираат симултано и го претставуваат богатството и комплексноста на денешницата. Квалитетот на изданието го гледаме токму во обединувањето на таквите преклопи на различни ставови, притоа сепак воспоставувајќи кохерентна

претстава за мислата и актуелностите во светот кој сите го делиме.

Предизвик беше седумте автори-соговорници да се постават еден до друг и еден наспроти друг, да се соочат меѓу себе, развивајќи притоа своевидна дискусија. Тоа го направивме со изборот на темите на кои разговаравме со нив. Може да се препознаат три групи прашања: за градот како феномен на архитектурата, културата, општеството и политиката; за професијата на архитектите, гледана низ посебните искуства и творештва на гостите-предавачи; и за позицијата на нашата професија гледана низ теоријата и архитектонското образование.

ЕЛИЈА ЗЕНГЕЛИС: ГРАД И ГРАДСТВО

Серијата ја отвори еден од највлијателните мислители во архитектурата од крајот на дваесеттиот век. Човек кој преку процесот на образованието влијаеше на многу генерации архитекти отворајќи ги најактуелните дискурси во професијата. ЕЛИЈА ЗЕНГЕЛИС е истакнат архитект и професор по архитектура зад кого стојат огромен број проекти и награди. Тој е основоположникот на ОМА (OMA - Office for Metropolitan Architecture) заедно со својот поранешен студент Рем Кулхас, и со нивните сопруги Зо-е Зенгелис и Меделин Фризендорп - соработка која го привлече светското внимание благодарение на нивната исклучителна работа.

Неговите лекции се сè уште провокативни кога зборува за градот и градството како стратегија во архитектурата. Разговорот кој го водевме во Скопје нè однесе на едно инспиративно патување низ проектите и делата од 60-тите и 70-тите години на минатиот век, воспоставувајќи паралела со курентните активности во професијата и воедно нагласувајќи ја нивната важност дури и денес, во најактуелните архитектонски дебати и активности.

Кога зборува за архитектурата Зенгелис не избегнува да ја спомене и потребата од идеолошка определеност на архитектот во процесот на создавање, бидејќи според него творењето е личен став и убедување. Така го гледа и сопственото искуство - како дејствување против позицијата, трудејќи се да промовира сопствен идеолошки дискурс. ...Но, има два начина на толкување на



идеологијата: Едниот начин е кога нешто е политички наметнато еднадвор, а другиот е сет на принципи и верувања кои си ги имате, и кои се ваши – напоменува тој, и додава: Јасно е, а и 20-тиот век особено докажа колку опасни можат да бидат идеологиите за цивилизацијата. Има идеологија и идеологија... идеолошки е можеби погрешната придавка, принцип е многу подобар збор.

Исклучително важно е да се напомене и неговиот афирмативен став за монументалните вредности на архитектурата: **'Мислам дека е трагично како архитектите и архитектонските теоретичари на 20 век, на некој начин, ја негираа монументалноста на архитектурата. Трагично е затоа што ако архитектурата не е монументална, тогаш што е? Мислам на архитектурата која ни ја оставила историјата, архитектурата на која сме сè уште горди... монументите се тоа што ни е оставено.** Во контекст на претходно наведениот цитат мора да се напомене јасната дистинкција која Зенгелис ја прави помеѓу монументалните градби од минатото и материјалната продукција на современото потрошувачко општество: **...суперпознатите архитекти се креатори на претстави. Она што тие го прават е она што е познато како иконична архитектура. Она што би сакале ние да го ревоспоставиме е идејата за поапстрактна архитектура, нефигуративна архитектура...**

Во разговорот што го водевме Зенгелис отворено зборуваше за проблемите, но и за можностите на градовите денес. Зборуваше за неговата загриженост поради агресивната **пролиферација на објекти низ природата** сметајќи дека **градовите треба да имаат граници, треба да бидат збиени, да имаат голема густина, а природната околина треба да се остави да биде природна.** Според него, да зборуваме за денешните урбани формации како за градови, тие треба да поседуваат две работи - **централност и градство: Едно место мора да ги има овие две работи. А современите градови главно ги немаат. Тие ви се како путер и џем размачкани на огромна површина леб без референтни точки... Секаде е исто како насекаде...** Наспроти тоа, тој се залага за град како **архипелаг на централности.**

ДИТМАР ШТАЈНЕР: ТЕОРИИ И МАРКЕТИНГ

Спротивен на овој став во однос на ширењето на градовите изнесува нашиот соговорник од Виена: **Мислам дека имаме и премногу долги дискусии за урбаното ширење, за периферијата, за центарот наспроти периферијата и т.н. Мислам дека денеска со развојот на комуникациските системи и слично оваа разлика повеќе не постои. Погледнете ги само мобилните телефони, погледнете го интернетот... Во основа може да бидете каде било во светот и да си ја извршувате својата работа, својот бизнис(...) треба да побараме друга опција и навистина да ги прескокнеме дискусиите за периферијата и центарот.**

ДИТМАР ШТАЈНЕР е најзабележителниот архитектонски историчар, теоретичар и критичар кој доаѓа од Австрија во последните неколку декади. Повеќе од петнаесет години тој е директор во Центарот за архитектура (Architekturzentrum) во Виена - веројатно најактивното средиште на архитектонската сцена во Австрија. Тој е надалеку прочуен автор на голем број книги и главен уредник на архитектонски списанија.

Како човек кој е длабоко ангажиран во актуелните архитектонски дебати во Европа може да се истакне неговата загриженост за исчезнувањето на суштинската архитектонска теорија од актуелната архитектонска дебата за која вели: **...Она што го имаме сега не е повеќе теорија; имаме маркетинг-теории за индивидуални архитекти, но тоа повеќе не е теорија на архитектурата. Треба повторно да се пронајде, да постои дискусија за вистинската содржина на архитектурата, настрана ѕвездите, настрана луѓето, настрана личните стилови; тоа е мојата надеж за иднината(...) Мислам дека последната вистинска дебата која сме ја имале беше за движењето на постмодерната кон крајот на 70-тите и почетокот на 80-тите години, и потоа исчезна во индивидуални стилови во архитектурата(...) вистинското значење на постмодерната ситуација не е постмодернистичкиот стил на 80-тите, туку паралелноста на различните позиции.**



Запрашан за употребата на дигиталните алатки во архитектурата кои практично со себе воведуваат и сосема нови или преобмислени читања на теоретските дискурси во професијата, вели: **... архитектите од креативната индустрија полагаат голема надеж во алатките, во компјутерите, во иднината. Во моментот може да направите сè или речиси сè што сакаете на екранот, но сепак недостасува поврзанооста помеѓу изградената животна средина и ајде да речеме, виртуелната животна средина(...) многу од луѓето кои развиваат нови форми на екраните сметаат дека тоа е единствениот пат за иднината на архитектурата. Тоа сигурно не е така.** Особено е резервиран за употребата на компјутерите за симулација и сè понагласената пролиферација на урбаната форма.

* * *

На таа тема разговараме и со три претставника на дигиталната револуција во архитектонската професија, образование и пракса. Интересно беше да се проследат ставовите на Тим Стонор, Нил Лич и Карло Рати, набљудувачи и истражувачи во областа на изградената средина, кои се цврсто убедени во потребата на дигиталните алатки во процесот на читање, создавање, но и симулирање на изградениот простор во комплексните релации на денешните општествени услови.

ТИМ СТОНОР: ПРОСТОРНА СИНТАКСА

ТИМ СТОНОР се смета за еден од петте водечки планери во областа на урбанизмот во Обединетото Кралство во моментот. Неговата работа вклучува теорија и едукација, како и практична апликација. Повеќе од дваесет години е вклучен во развојот на просторните анализи засновани на принципите и методологијата на просторната синтакса (Space syntax). Тој е професионалец

кој работи на полето на архитектурата и урбанизмот, истражувајќи ги не само естетските туку и перформативните вредности на дизајнерските предлози - клучна карактеристика на професијата која за жал во многу случаи е потценета или тотално запоставена.

Запрашан за потребата од теорија во секојдневното практикување на професијата

вклучително и разбирањето на урбаните феномени, Стонор вели: **...мора да ја разберете секојдневната реалност на градот, но само доколку имате теорија која ќе ви го одреди правецот. Невозможно е да се разбере суштината, ако немате теоретски принципи по кои би се воделе...** Па така во контекст на својата работа со моделот на истражување кој го овозможува просторната синтакса, дообјаснува:

...Тоа што може да се измери во изградената животна средина е толку многу што помага да се наслика целата слика. Но, се разбира, целосната слика исто така се комплетира и од немерливото. Ние јасно кажуваме дека просторната синтакса не опишува сè (...) таа никогаш нема да понуди целосно разбирање на културата, но ќе обезбеди опис на изградениот производ на таа култура. Ќе помогне да се разбере што продуцирала таа култура низ својата историја, и ова неизбежно ќе доведе до некои прагматични факти... Според него просторната синтакса овозможува да се структурира хетерогената комплексност на изградениот простор, таа воедно нуди и теорија и алатка за следење на мерливите, но и анализа на немерливите компоненти кои стојат зад феноменот на градот.

Како архитект и урбанист кој во голема мера ги користи компјутерите како алатка за решавање проблеми, го запрашавме за негово мислење за денешниот тренд на употреба на компјутерите како средство за доаѓање до форма, како генеративна алатка за секој размер, па дури и за дигиталното креирање на градовите како такви:

Развојот и унапредувањето на алгоритмите за генерирање форми носи исто толку опасности колку и корист. И една од негативните страни на сето тоа е заведувачката слика и скулптуралниот квалитет што тродимензионалните генерирачки алгоритми можат многу брзо да ги создадат... комплексноста и софистицираноста која произлегува од релативно мали влезни податоци од страна на операторот, мислам дека е лажлива и заводлива, но е лажлива, и мислам дека го има оштетено процесот на архитектонска едукација бидејќи ја има отстрането напорната работа и истражувањето од страна на дизајнерот, па студентите по архитектура и архитектите стануваат сè повеќе креатори



на слики, а помалку вистински архитекти. А вистински архитект е некој кој размислува и истражува, анализира и евалуира низ процесот на создавање. Доколку само создавате, а не евалуирате и анализирате додека работите, вие не сте архитект.

НИЛ ЛИЧ: РЕАЛНОСТ И ХИПЕРРЕАЛНОСТ

Да се зборува со НИЛ ЛИЧ за архитектурата, обврзувачки значи да се зборува со него и за културолошките и естетските феномени на денешното општество. Образован како архитект, тој работи како професор, куратор и писател, фокусирајќи се претежно на критичката теорија и дигиталниот дизајн. Овој номад, во најсовремена смисла на зборот, крстосува по полињата на културолошката и архитектонската теорија, промовирајќи ја курентно најпрогресивната мисла во светот на архитектурата. Континуирано се обидува да ги постави двете едно наспроти друго, со цел да го разбере нивното влијание врз денешната архитектонска сцена.

Пред да почне да зборува за својата фасцинација од употребата на компјутерот и дигиталните алатки во професијата, нема да ја испушти можноста да ја спомене и транзиторната реалност во која живееме: **Мит е да се верува дека може да има какво било враќање во минатото или дека сегашноста е статична. Светот е во постојана мутација. Но, секогаш ќе има потреба од архитектура која ќе обезбеди еден вид прибежиште од неуморното мутирање на светот...**

Тоа го дополнува со нагласување на политичко-економскиот и културолошкиот контекст на постмодернизмот во кој денес твориме, зборувајќи и за позицијата на архитектите кои не можат да ја избегнат иконичната претстава на своите дела кои за жал во таква средина најчесто се соголени од својата суштина и се вклопуваат во површната логика на логотип, па затоа и предупредува **архитектите да ја увидат опасноста од естетизирање на сликата.**

Според него, употребата на компјутерите треба да се разбере како протеза на човековото тело, алатка која е во функција да го преобмисли досегашното поимање и гледање на креативноста.

Зборувајќи за креативноста која ја отвора дигиталниот свет напоменува дека **новата креативност е различна од старата креативност. Она што го имаме денес е нова улога за архитектот, при што архитектот не се сфаќа како старомоден Бог кој наметнува форми, туку како контролор на процесите.** Во таа смисла ја гледа и примената на компјутерите: **...има два начина на употреба на компјутерите денес - како моделирачка алатка и како генеративна алатка. Параметрискиот дизајн во најголема мера е старомодна моделирачка алатка, а вистинскиот потенцијал лежи во употребата на алгоритмите како генеративна алатка (...) она што светот на компјутациите го ветува не е само нов стил, туку еден радикално нов начин на приоѓање кон дизајнот, при што вметнуваме нови компјутациски техники во еволутивни и новонастанати системи каде што негуваме системи, и ги тестираме во реално време, така што дијаграмот станува реалност и реалноста е дијаграм.**

КАРЛО РАТИ: ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНОСТА КАКО МЕТОД

Она за кое Нил Лич зборува во своите текстови и предавања, Карло Рати се обидува да го спроведе од дигиталниот во материјалниот свет. Иако образован најпрво како инженер, а потоа и како архитект, **КАРЛО РАТИ** својата професионална работа ја вкрстува во светот кој би можел да се нарече просторна информатика, најмногу референцирајќи на можноста ветувањата на напредната дигитална технологија да се истражуваат во контекст на новите релации кои произлегуваат од процесот на собирање на податоци. Рати зборува за градовите во блиската иднина видени не како оние во научнофантастичните книги, туку симулирани во мрежата на силиконските влакна и атмосфера преплавена од безжична активност. Тој го гледа урбаното ткаење не како седимент на историјата, туку како комуникативно ткиво, секогаш трансформирачко, при што истото се рефлектира врз податоците и информациите кои сме способни да ги собереме и процесираме. За градот вели дека е **комплексна преклопувачка мрежа која може многу да добие од индуктивниот**



(bottom-up), дистрибутивен пристап..., а верува дека дигиталната револуција може да нè научи на нови начини на интеракција, преку учење како да се следат слоевите матрици на однесување кои ги откриваме одејќи чекор подалеку во нашето цивилизациско истражување и напредок. Убеден е дека **благодарение на дигиталната револуција, ние за првпат можеме да ја истражуваме ерата што доаѓа, ерата на новата Жива архитектура ('Living Architecture'), каде што битови и атоми беспрекорно се спојуваат (...) архитектура која ќе може да расте, да се менува, да реагира и конечно подобро да се адаптира на луѓето и средината...**

Две работи се клучни според Рати: Прво, дека дигиталната технологија треба да се гледа како неизоставен дел во процесот на градењето на современата проектантска и дизајн-методологија на работа и, второ, дека за ваков пристап на работа мора да се практикува високо интердисциплинарно гледање на професијата. Вештината во работата на Карло Рати и неговиот тим од Сенсабл сити лаб (SENSEable City Lab) при Институтот за технологија во Масачусетс (MIT) се рефлектира токму во обидот насобраните информации од различни научни дисциплини да ги пренесат и соединат во едно плаузабилно знаење, за што јасно вели: **Ако ние како архитекти треба да си играме со битови и атоми, нашето образование и претходна подготовка треба да се променат. Ние треба да научиме како да излееме бетон заедно со силикон. Нов интердисциплинарен пристап е неопходно потребен, пристап кој ќе може свесно да ги интегрира аспектите на урбаните студии, архитектурата, инженерството, интерактивниот дизајн, компјутерските и општествените науки (...) нашите групи на Институтот за технологија во Масачусетс (MIT) и во Торино вклучуваат архитекти, графички дизајнери, урбанисти, компјутерски и електротехничари, физичари, математичари и кадри од општествените науки.**

* * *

За разлика од претходните соговорници, зборувавме и со автори-творци кои својот креативен импулс го црпат исклучиво од личниот творечки инстинкт. Затоа за крај на овој преглед ќе направиме краток осврт на разговорите што ги водевме со Хан

Тумертекин и Александар Бродски, двајца исклучителни архитекти-проектанти кои со своето творештво ја допираат и овладуваат суштината на просторот.

ХАН ТУМЕРТЕКИН: ВЛИЈАНИЕТО НА КОНТЕКСТОТ

ХАН ТУМЕРТЕКИН е архитект во најпрепознатливото значење на зборот. Неговата работа ја обединува противречноста на идејата за праисконско засолниште и место на модерен комодитет; за него тоа е симултан отпор и прифаќање. Можеби токму ваквото поимање на архитектурата е причина за сомнежот дека обединувањето на повеќе дисциплини во творештвото на архитектот има некакво значење: **...за архитектот архитектурата има доволно проблеми, и оттаму со останување исклучиво во архитектурата ќе може да контролираме сè. Се разбира може да комуницираме и потребно е за архитектот да соработува со други дисциплини. Но, тоа не значи дека архитектот мора да знае сè; нека има идеи, но не и знаење за други дискурси. Јас сум целосно против тој пристап, целосно. Ние не сме социолози, ние не сме економисти (...) во сета таа интердисциплинарност ние забораваме да одговораме чисто како архитекти, некако сме конфузни...**

Затоа, пак, работата на Тумертекин може да се опише како прочистувачко поедноставување на веќе постојното, како склоност кон препрочитување и повторно ангажирање на постојното и неговата материјалност. Неговите дизајни може да се сметаат за медијација помеѓу модерните влијанија и локалното; **Под локално би сакал да не се разбира начинот на работа, туку начинот на приоѓање на проблемите. Тогаш, не верувам дека ќе има опасност од губење на локалниот начин на работа. Мислам дека тоа е во ред. Но, ако имаме драстична промена во приодот на решавање на проблемите, во гледање на нештата... - тогаш ќе има проблем!** Неговата работа се огледува токму во напнатоста што се појавува при преклопот на апстрактните објекти кои ги создава и присуството на моќни слоеви од историски седимент во контекстите каде твори. Неговото творештво е нераскинливо врзано



за контекстот кон кого негува јасно изграден став: **Кога велам контекст јас не мислам само на физичкиот контекст. Контекстот не е цврста, смрзната слика. Мислам дека ако постои еден силен сегмент на мојот дизајнерски приод, тогаш тоа е анализата на контекстот.**

АЛЕКСАНДАР БРОДСКИ: ТВОРЕЧКИ ИНСТИНКТ

Разговорот со АЛЕКСАНДАР БРОДСКИ во павилјонот по-

светен на неговата работа во дворот на Архитектонскиот факултет во Скопје, ни даде можност да влеземе во имагинарниот свет на архитектот-уметник. Тој е најпознатиот и најзабележителниот претставник на генерацијата архитекти на хартиената архитектура. Работата на групата ги преклопуваше уметноста во архитектурата и архитектурата во уметноста. Денес тој се смета за еден од најпочитуваните руски архитекти. Неговата работа поседува особена свежина, сила и авторски интегритет.



Запрашан за неговиот личен пристап во творењето вели: **...немам никаков манифест, можеби сум имал некогаш, ама не и сега. За мене секоја поединечна работа е уникатна, и јас ја правам како единствена... Јас речиси целосно си ја засновам работата на интуиција... зошто го правиме она што го правиме. Генерално, зошто уметникот црта, слика, зошто музичарот свири и т.н. Тоа се еден вид луѓе за кои изразувањето на нешто внатрешно претставува нешто физичко (...) Животот на еден уметник секогаш е во потрага по нови начини, техники, теми или места. Ако не може да го направи тоа тука, тој оди таму, и таму, и таму, и т.н.... и бара, и бара и бара... Според мене, архитектурата е тоа истото; посебна е, различна е, но иста е како овие работи; како што се прави аква-рел, но со таа разлика што се користи просторот, а не хартијата; вашиот материјал се делови од просторот, големи или мали.**

Разговорот со Бродски е полн со едноставни, но суштински мисли кои заслужуваат

да си го најдат местото во овој кус преглед, бидејќи секоја реченица која излегува од него плени со отвореност и чесност. Неговата навидум кршлива фигура крие карактер на исклучителен спој на скромност и генијалност на традиционален занаетчија.

Овој текст имаше за цел да направи пресек кој ќе го покаже нашето задоволство од патувањето-разговор со исклучителните гости кои ги имавме во чест на прославата на јубилејот - 60 години постоење на Архитектонскиот факултет во Скопје. Извадоците од разговорите што ги водевме со нив откриваат само дел од темите на кои разговаравме, а преку кои се обидовме да ги претставиме некои од нивните погледи и ставови. На страниците од изданието со Разговори и низ директните соопштувања во Предавањата може да се сретнат уште многу впечатливи и провокативни размисли што нудат материјал за барем уште неколку вакви осврти на некои други теми, подеднакво значајни и интересни.

Поради различноста на професионалното минато на предавачите, како и различноста на земјите од каде што тие доаѓаат содржината на изданието не се врзува за одредени територијални рамки, а дискутирајќи за основните вредности и ставови во архитектурата, разговорите не губат од својата актуелност и значење ниту во временски рамки. Затоа ние веруваме дека публикуваниот материјал ќе биде интересен и корисен и во годините што доаѓаат, како за студентите по архитектура и архитектите, така и за пошироката јавност со интерес за архитектурата, урбанизмот и културата на живеењето. Се надеваме дека тоа ќе придонесе за подобро разбирање и вреднување на урбаните феномени и изградената средина, како и за подигнување на свеста за значењето на истите и конечно за разбирање и почитување на професиите.

Убедени сме дека ова издание нема да остане осамено на македонската културолошка и архитектонска сцена и дека овој преседан ќе поттикне нови публикации од ваков вид, како на нашата високообразовна институција така и пошироко во архитектонската и инженерската јавност.

Проф. д-р Вероника ШЕНДОВА,
Институт за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија
Универзитет "Св. Кирил и Методиј"

СОВРЕМЕНА ЗАШТИТА НА СПОМЕНИЦИТЕ ОД ЗЕМЈОТРЕСИ

ПРЕКУ СЕИЗМИЧКОТО ЗАЈАКНУВАЊЕ НА ИСТОРИСКИТЕ ОБЈЕКТИ, ПРИ ШТО ЌЕ СЕ ИЗБЕГНУВААТ ИНТЕРВЕНЦИИ СО ПРИМЕНА НА НЕРЕВЕРЗИБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ И ЕЛЕМЕНТИ, ИНЖЕНЕРОТ-КОНСТРУКТОР ТРЕБА ДА ОВОЗМОЖИ ЕКОНОМСКИ ОПРАВДАНА СЕИЗМИЧКА ЗАШТИТА И ДА ОБЕЗБЕДИ ПОТРЕБНА НОСИВОСТ И ДЕФОРМАБИЛНОСТ НА ОБЈЕКТОТ ЗА ПРИФАТЛИВО НИВО НА РИЗИК ПРИ ИДНИТЕ ЗЕМЈОТРЕСИ, СО ЦЕЛ СОЧУВУВАЊЕ НА ОБЈЕКТОТ ВО СЕТА НЕГОВА АВТЕНТИЧНОСТ ЗА ИДНИТЕ ГЕНЕРАЦИИ.

«.....Проткаени со пораки од минатото, историските споменици од изминатите генерации опстојуваат во сегашноста како живи сведоци за некогашните традиции. Луѓето стануваат сè повеќе свесни за единството на човековите вредности и за старите споменици како заедничко наследство. Согледана е и заедничката одговорност во нивното сочувување за генерациите што доаѓаат. Наша должност е овие споменици да ги предадеме на идните генерации со целото богатство на нивната автентичност...»
(извадок од Интернационалната повелба за конзервација на споменици, Венеција, 1964)

КУЛТУРНО-ИСТОРИСКО НАСЛЕДСТВО

Значење

Сидаријата, со изразито широката варијација на нејзините форми, била употребувана како основен градежен материјал со илјадници години. Голем број добросочувани стари сидани објекти кои сè уште постојат, докажуваат дека сидаријата успешно се спротивставува на природните деструктивни влијанија, обезбедувајќи на тој начин покрив за луѓето и нивните добра во текот на долг временски период. Препознавајќи ја нивната исклучителна вредност и значајност, многу од овие објекти биле рангирани како објекти од највисока категорија на човековото културно и историско наследство.

Општоприфатената дефиниција од страна на агенциите на Обединетите нации (UNESCO, UNIDO, UNDP) е дека секој објект, кој функционира како целина во својата намена во период од сто и повеќе години, претставува историски објект. Поради неговата архитектонска, естетска, историска, документарна, археолошка, економска, социјална па дури и политичка или духовна вредност, историскиот објект претставува сведок и симбол на човековото постоење и творење во минатото. Следствено, културно-историското наследство е клучен елемент од историјата и идентитетот на секое општество.

Разликуваме два основи типа на историски објекти дефинирани на следниот начин:

- *Историски споменик* претставува објект чијашто „индивидуална културна вредност“ е толку голема што е неопходно да се сочува со сите нејзини архитектонски и типолошки карактеристики, како и вградени материјали;

- *Историска зграда* претставува зграда во урбано подрачје кое има „културна вредност како целина“ (историско урбано подрачје), додека зградата сама по себе не претставува споменик, при што е неопходно да се сочува генералниот карактер на техниките на градење, типични за целото подрачје.

И покрај тоа што постојат разлики и специфичности помеѓу историските згради и споменици, во пракса при нивниот третман се применуваат базично исти принципи, критериуми и методи, кои почиваат на фактот што сите историски објекти претставуваат неармирани сидани објекти со конструктивен систем, кој се состои од носиви масивни сидови од тула (печена или непечена) и камен и различни видови малтер како врзивно средство.

Однесување

Природните и технолошките катастрофи, заедно со воените дејствија отсекогаш биле извори на деструкција и деградација на културното наследство и причиниле сериозни оштетувања или исчезнување на голем број историски објекти, археолошки локалитети, уметнички колекции или библиотеки насекаде во светот. Листата на овие традиционални хазарди, со кои културното наследство се соочува во последно време, секако дека треба да се дополни и со актуелните климатски промени.

Историските објекти биле градени со користење традиционални материјали карактеристични по нивната висока јакост на притисок во однос на слабата јакост на затегање и нискиот капацитет на деформабилност, сочинувајќи на тој начин конструктивни системи со ограничена способност за спротивставување на ефектите од земјотрес. Тие биле доминантно проектирани како крути и масивни форми, така што најдобро ги носат вертикалните товари, а се многу помалку отпорни на хоризонталните.

Специфичностите кои произлегуваат од оснвните механички и деформабилни карактеристики го дефинираат и динамичкото однесување на конструкциите на историските објекти при дејство на земјотрес. Степенот на оштетување на историските објекти лоцирани во сеизмички активни региони може да биде многу висок, не само поради недоволната сеизмичка отпорност туку и од влијанието на забот на времето и намалената

носивост од недоволното одржување во периодот помеѓу два земјотреса.

Оштетувањето причинето од случените земјотреси на денешните модерни конструкции достигнува исклучително високи вредности, но оштетувањето на историските објекти е ненадоместливо. Оттука, морална и законска обврска на денешната цивилизација е да го заштити културното наследство со цел да се сочува за сегашните, и пренесе во сета негова изворност на идните генерации.

Заштита

Од почетокот на 20-тиот век, традиционалните техники и типологија на градење, кои низ вековите варираше многу бавно и се разликувале од една до друга географска област во светот, биле рапидно заменети со модерни методи. Умешноста и културата на градење од минатото полека исчезнувала, а методите на пресметка и анализа, развиени примарно за модерните конструкции, стануваат единствена пракса на младите инженери. На тој начин новите материјали и техники сè повеќе биле употребувани дури и при реставрацијата на историските објекти, често пати проследени со напори да се воведат или замисли модерен концепт на постојната конструкција. Оваа пракса наидува на плодна почва особено во услови на потреба од итни интервенции каков што е случајот при земјотрес, промовирајќи при тоа нови техники и синтетички материјали, чии квалитети се многу често потенцирани без фактичко познавање на нивната трајност, хемиска компатибилност со постојната сидарија и реверзибилност.

Ваквиот приод во интервенирањето кај историските објекти, без напори да се сочува примарната конструкција и материјали што е можно повеќе, често пати е несоодветен и вродува дополнителни несакани ефекти. Фактот што овие конструкции преживеале многу земјотреси во минатото не гарантира дека ќе ги преживеат и идните. Оштетувањата причинети од природните феномени какви што се земјотресите или од човековите намери, добри или лоши, може да придонесат објектот да не може да се спротивстави на идните уривачки влијанија.

Она што денес праксата сè повеќе го докажува е дека само тим на стручни лица од различни профили, секој целосно компетентен за својата струка, но

доволно флексибилен да ги прифати аргументите на останатите, може со успех да го заштити историскиот објект. Но, и покрај тоа што одржувањето и сочувувањето на историскиот објект бара заеднички напори на архитекти, археолози, историчари на уметноста, конзерватори и други стручни лица со соодветно искуство, бремето на заштитата на објектите во сеизмички активни региони паѓа главно на грбот на градежниот инженер-конструктор.

Преку сеизмичкото зајакнување на историските објекти, при што ќе се избегнуваат интервенции со примена на неререверзибилни материјали и елементи, инженерот-конструктор треба да овозможи економски оправдана сеизмичка заштита и да обезбеди потребна носивост и деформабилност на објектот за прифатливо ниво на ризик при идните земјотреси, со цел сочувување на објектот во сета негова автентичност за идните генерации. Оттука санацијата и сеизмичкото зајакнување на историските објекти е специфична, но и задача која претставува предизвик.

Генерално кажано, проблемот на реставрацијата на историските споменици радикално се разликува од проблемот на санација и зајакнување на останатите конструкции, поради приоритетот на зачувување на естетските, архитектонски и историски вредности во однос на потребата од опстанување на објектот во употреба. При процената на постојната сеизмичка отпорност на историскиот објект, инженерот се сретнува со специфични проблеми, несвојствени за секојдневните модерни објекти (начини на градење, тип на вградени материјали, комплексна историја на успешните измени во минатото, прогресивно пропаѓање со текот на времето, непроценлива вредност како уметнички дела). Утврдувањето на статичката и сеизмичката стабилност на објект, кој постоел повеќе векови, е мошне комплексна и одговорна задача, но истовремено е од особено значење поради тоа што постојната состојба на објектот е директно поврзана со мерките кои треба да се преземат за негова консолидација и евентуално зајакнување во иднина. Потценувањето на постојната стабилност на објектот би водело кон поголем обем на интервенции за постигнување на проектираното ниво на заштита. Покрај ова, карактеристичната конструктивна целина, варијабилноста на вградениот материјал, како и степенот на оштетување и детериорација во текот на долгото опстојување го чини секој историски објект случај за себе. Сето ова ја наметнува потребата

од развивање и воспоставување една генерална, научно заснована методологија за конзервација, реставрација, санација и сеизмичко зајакнување на одделни типови на конструкции кои го сочинуваат културно-историското наследство, лоцирани во сеизмички активни региони.

ЗЕМЈОТРЕСНА ЗАШТИТА - ИСКУСТВА НА ИЗИИС

Истражувања, сознанија и нивна примена.

Во рамките на истражувачките активности на Институтот за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија, УКИМ-ИЗИИС, покрај асеизмичкото проектирање и земјотресната заштита на современите објекти, посебно место заземаат и искуствата во заштитата на објектите од културно-историското наследство. Во период од повеќе од 40 години континуирано дејствување на овој план, во Институтот се реализирани значајни научноистражувачки проекти кои вклучуваат експериментални и аналитички истражувања, теренски испитувања на историски објекти и апликација на сознанијата во земјотресната заштита на значајни културно-историски објекти и споменици.

Веднаш по основањето во 1965 година, Институтот се вклучил во брзата реконструкција на градот Скопје по земјотресот. Во тој период, со тогашните познавања и расположливи градежни материјали се санирани и реконструирани голем дел од спомениците во централното и поширокото градско подрачје (црквата Св. Пантелејмон, XII век, црквата Св. Никита, XIV век, црквата Св. Андреа, XIV век, Даут-пашиниот амам, XV век, Мустафа-пашината џамија, XV век, Куршумли-ан, XVI век и т.н.) токму од страна на младите инженери за кои ова биле првични искуства. Водени од желбата за постигнување што поголема сеизмичка сигурност на објектите, тогаш најчесто применувале инјектирање на пукнатините со цементна смеса и вметнување на армирано-бетонски серклажи.

Во следните години, паралелно со добивањето на заслуженото место на спомениците во науката и легислативата, се збогатуваат и сознанијата и искуствата на Институтот преку бројните активности од кои позначајни се проектите за обнова на старите градски јадра долж брегот на Јадранското Море по земјотресот во Црна Гора, меѓународниот проект за постземјотресна реставрација на спомениците во Паган, Бурма, реализиран во соработка со UNDO и UNESCO, како и проектот за конструктивна

консолидација и конзервација на историскиот град Ангкор во Камбоџа, реализиран во соработка со World Monument Fund. Во овие проекти Институтот реализирал обемни теренски, експериментални и аналитички студии за изнаоѓање најсоодветни методи за санација на специфичните објекти, особено на историските згради, особено на сакралните објекти.

Нов квалитет, не само во националниот приод во заштитата на историски споменици лоцирани во сеизмички подрачја, беше заснован со повеќегодишните мултидисциплинарни, специфични и оригинални научноистражувачки проекти за развивање на најсоодветна методологија за конзервација, реставрација, санација и сеизмичко зајакнување на византиските цркви (9-14 век) реализирани во континуитет од 1990-2000 година во соработка со The Getty Conservation Institute, (GCI), LA, USA; PHARE Cultural Development Programme и Републичкиот завод за заштита на спомениците на културата на Македонија, (PЗЗСК), [1,2]. Ефективноста на традиционалните наспроти современите методи на зајакнување беа истражувани преку комплексни експериментални испитувања на сеизмичка виброплатформа на модел на прототип црква во крупен геометриски размер, што всушност се случи за првпат во светот. Потврда за вредноста и несомнениот придонес на резултатите од оваа повеќегодишна активност е објавувањето на научната монографија со наслов „Conservation and Seismic Strengthening of Byzantine Churches in Macedonia“, [3], издадена во САД од страна на GCI, LA на англиски јазик во 2004 година. Наскоро доаѓа и признанието од домашната научна јавност, највисоката државна награда „Гоце Делчев“ за научни остварувања од посебен интерес за Република Македонија во 2004 година.

По реализирањето на овие проекти, ИЗИИС стана партнер на националните институции за заштита на културното наследство во Македонија, што овозможи директна примена на сознанијата и резултатите од долгогодишните научноистражувачки активности во реални услови и за конкретни историски споменици. Преку запознавањето на научната и стручната јавност со улогата на градежните инженери во земјотресната заштита на културноисториските објекти, Институтот се вклучи во низа апликативни проекти во оваа област, меѓу кои позначајни се: Саат-кулата во Прилеп, (XIX

век); црквата Св. Никола во Варош, Прилеп, (XIV век); возобновување на црквата Св. Пантелејмон, Плаошник, (IX век); реконструкција, санација и сеизмичко зајакнување на манастирската црква Св. Атанасие во Лешок; возобновување на црквата Св. Богородица во Скопје, (XIX век); санација и зајакнување на црквата Св. Петар и Павле во с. Мешеишта, (XIX век), Охрид; конструктивна консолидација на црквата во манастирскиот комплекс Трескавец, (XIV век); возобновување на последната и најголема Соборна црква на Андреја Дамјанов во Мостар и други.

Интегриран мултидисциплинарен приод

Како резултат на повеќедецениските искуства, може да се каже дека Институтот заснова еден интегриран мултидисциплинарен пристап при сеизмичката заштита на исклучително важни културноисториски објекти. Тој пред сè подразбира почитување на основните реставраторски и конзерваторски барања и принципи, што се наоѓаат во повеќе меѓународни документи и декларации, како и почитување на процедурите и законската регулатива за објектите од највисока категорија. Тој се состои од:

- Дефинирање на очекуваните природни/технолошки хазарди
 - Дефинирање на локалните почвени услови и динамичките карактеристики на почвените слоеви
 - Определување на карактеристиките на вградените материјали
 - Определување на капацитетот на носивост и деформабилност на конструкцијата
 - Дефинирање на критериумите на сеизмичка сигурност и концептот за санација и/или зајакнување
 - Избор на метод за анализа, материјали, техники и тип на побуда за проучување на одговорот на конструкцијата на очекувани земјотреси
 - Определување на одговорот на санираната и/или зајакната конструкција
 - Дефинирање на теренски работи, реализација и инспекција
 - Верификација на постигнатите ефекти по реализирањето на интервенциите
- Иако презентираната методологија изгледа како „нормална процедура“, единствено со нејзина примена може да се добие висок квалитет во

заштитата на културното наследство. Оваа задача е многу повеќе од едноставно листање на тоа што треба да биде направено, со оглед на тоа што за нејзино реализирање се потребни многу знаење и напор.

Составен дел на овој интегриран пристап е експерименталното испитување на динамичките карактеристики на објектите со техниката на амбиент-вибрации, потребни за добивање на личната карта на секој споменик, во неговата постојна или зајакната состојба, како и за уточнување на понатамошните анализи. На овој план Институтот има особено богато искуство и во национални и во меѓународни рамки, преку реализираните истражувања на бројни споменици во нашата земја, потоа во Италија, Турција, Бурма, Канада, Азербејџан и други.

Поради сите специфичности на историските споменици, при нивната сеизмичка анализа не може и не треба да се применат сеизмичките прописи кои важат за современите конструкции. Критериумите на сеизмичка сигурност и методот на зајакнување треба да се дефинираат врз основа на проучувањето на одговорот на конструкцијата на очекувани земјотреси и нејзината сеизмичка стабилност, земајќи ги предвид основните карактеристики и уметничко-историската вредност. Покрај ова, при секоја интервенција кај овој тип конструкции треба да се почитуваат одредени принципи и правила, меѓу кои основен е обезбедувањето максимална заштита на конструкцијата со примена на минимални интервенции.

Примена на современи материјали

Во обезбедувањето на сето тоа стручњациите постојано се предизвикани од брзиот развој и подобрените перформанси на новите материјали и техники. Последниве години во светот, како во другите области така и во санација на културно-историски објекти и споменици, сè повеќе се наметнува потребата за примена на композитните материјали составени од полимерни супстанции зајакнати со карбонски влакна, (CFRP). Овие влакна за прв пат се применети кај историски споменици пред десетина години во Асизи во Италија. Нивната предност е што се десет пати појаки од челикот, лесни се за апликација, а на симулација имаат покажано трајност од 300 години. Под влијание на температура се нестабилни, но тоа во случајов се отстранува со брзо работење и покривање со епоксиди и потоа со слој од обичен малтер.

Основен недостаток за примена на овие материјали кај ѕиданите конструкции, покрај исклучително високата цена на чинење, се недоволно истражените ефекти и однесувањето на зајакнатите објекти. Еден пример за вакво истражување е реализиран во рамките на Европскиот проект од шестата рамковна програма. Имено, во текот на 2006 година во проектот PRONITECH, "Earthquake Protection of Historical Buildings by Reversible Mixed Technologies", извршени се експериментални испитувања на модел на Мустафа-пашината џамија на сеизмичката виброплатформа во лабораторијата за динамички испитувања при ИЗИИС, [5]. Моделот е изграден во размер 1:6 и подведен на дејство на серија земјотреси кои предизвикаа оштетување, (сл 1).

Потоа моделот е зајакнат со примена на композитни материјали зајакнати со карбонски влакна и подложен на повторни испитувања (сл.2). Резултатите од истражувањето, иако на модел во поситен геометриски размер, покажаа дека системот е ефикасен и дека треба да се продолжи со истражувањата и со негова конкретна примена (сл.3). Тоа беше и појдовна точка во подоцнежниот проект за конструкцијата на прототипот - Мустафа-пашината џамија.

СЕИЗМИЧКО ЗАЈАКНУВАЊЕ НА МУСТАФА-ПАШИНАТА ЏАМИЈА ВО СКОПЈЕ

Кон неколкуте културно-историски споменици зајакнати со композитни материјали во Италија, Турција, Шпанија, од неодамна се приклучи и Македонија. Токму охрабрани од ефективноста на применетата метода во проектот PRONITECH, во Институтот е подготвен проект за санација и зајакнување на Мустафа-пашината џамија во Скопје со композитни CFRP-материјали, кој се реализираше во рамки на Проектот за конзервација на архитектурата подготвен од Универзитетот GAZI во Анкара во соработка со Министерството за култура и туризам на Турција, Министерството за култура на Македонија и Националниот конзерваторски центар во Скопје. Конзервацијата на Мустафа-пашината џамија со донација од 1,5 милион евра ја финансираше турската Влада преку турската администрација за соработка и развој ТИКА, [7].

Мустафа-пашината џамија во Скопје е еден од најголемите и најдобро сочувани споменици



Сл. 1 Модел на Мустафа-пашината џамија по тестирањето на постојната состојба, [5]



Сл. 2 Модел на Мустафа-пашината џамија зајакнат со композитни материјали, [5]

од отоманската сакрална архитектура во Скопје и на Балканот. Изградена е во 1492-93 година, а реновирана во 1933 год. Стилски припаѓа на раниот константинополски период од почетокот на 15 век. Се карактеризира со едноставен кубичен волумен покриен со моќна купола со дијаметар од 16 метри. Впечатокот го надолнува тремот што го носат четири мермерни столбови, над кои се издигаат трите мали куполи. Минарето е високо 47 метри. Носивиот систем се состои од масивни ободни ѕидови од камен и тула во варов малтер. Генерално, ѕидовите на споменикот се оригинални и датираат од 15 век, изградени во сè уште присутниот византиски стил, составени од две лица помеѓу кои се наоѓа полнетица од варов малтер со ситни парчиња од камен и тула.

За време на земјотресот во Скопје во 1963 година, конструкцијата на џамијата претпрела



Сл.3 Применетото зајакнување е ефикасно и за повисоки влезни побуди, [5]



Сл. 4 Оштетувања на Мустафа-пашината џамија по земјотресот во 1963, [НКЦ]



Сл. 5 поставување на АБ-серклаж околу главната купола, 1968, [НКЦ]

оштетувања, и тоа доминантно во централната купола и куполите во тремот, источната фасада и минарето (сл. 4). Во 1968 година овие оштетувања биле санирани со примена на инјектирање со смеси на база на цементен малтер и изведба на армирано-бетонски серклажи, (сл. 5).

Денес Мустафа-пашината џамија е културно-историски споменик од исклучително значење за градот Скопје и за Република Македонија и е ставен под заштита на Законот за заштита на културно наследство. Согласно со неговата улога и културно-историска вредност, тој претставува објект од највисока категорија.

Проектот за сеизмичко зајакнување на конструкцијата на Мустафа-пашината џамија е изработен во ИЗИИС во одделот за конструкции на згради и материјали, во соработка со одделот за геотехника и специјални објекти и одделот за

природни и технолошки хазарди и екологија во текот на 2007 година. При реализацијата на овој проект во целост е испочитуван интегрираниот пристап, востановен во ИЗИИС како резултат на повеќедецениските искуства во областа на сеизмичката заштита на културно-историски објекти. Имено, на анализите на конструкцијата на објектот за гравитациони и сеизмички влијанија им претходеа детални истражувања и тоа:

1. Определување на динамичките карактеристики на објектот со техниката на амбиент вибрации
2. Истражување на карактеристиките на вградените материјали
3. Геомеханички истражувања на локалните почвени услови,
4. Детални геофизички истражувања за дефинирање на сеизмичките параметри.

Ваквите истражувања се неопходни за реално дефинирање на постојната стабилност и сигурност на објектот, која пак е од пресудно значење за дефинирање на обемот на мерките за консолидација, санација и евентуално зајакнување.

Во рамки на билатерален проект помеѓу ИЗИИС и Универзитетот во Јилдиз, Турција [4], во текот на 2006 година беа истражени динамичките карактеристики на конструкцијата на Мустафа-пашината џамија со примена на техниката на амбиент вибрации. Основните периоди за објектот во двата ортогонални правци изнесуваат $T_x=3.0s$ и $T_y=3.2s$, а основната периода на конструкцијата на минарето изнесува $T_m=1.04s$. Исто така во рамки на овој проект беа истражени и механичките карактеристики на вградените материјали преку испитување примероци од материјал извлечен од објектот, (сл.7). Овие податоци се особено значајни и неопходни за коректна анализа на стабилноста на објектот.

Со цел да се определи носивоста на локалните почвени услови и идентификација на нивото на темелење на објектот, извршени се геомеханички истражни дупчења со длабочина од -8.0 метри, со кои во доволна мера е дефиниран литолошкиот состав на почвата, утврден е геотехничкиот профил на тлото под објектот и одредени се физичко-механичките карактеристики на застапените материјали. Врз основа на опсервацијата на отворените сонди добиени се сознанија за темелењето на објектот на кота од -4.0 метри на слој од полуврзан многу добро збиен песочник со висока носивост.

Основна цел, пак, на геофизичките истражувања е да се дефинираат сеизмичките параметри за евалуација на сеизмичката стабилност на објектот [6]. Имено, за објекти од исклучително значење, согласно со важечката регулатива за коректна динамичка анализа, неопходно е да се дефинира сеизмичкиот влез конкретно за локацијата на која се наоѓа објектот. Истрагите се извршени во согласност со најновите достигнувања во областа на земјотресното инженерство. Основната концепција на применетата постапка е да очекуваното влијание на земјотресите се зема преку веројатносен пристап, вклучувајќи ги и

локалните влијанија на почвата преку нелинеарна динамичка анализа на репрезентативен геотехнички модел. Во табела 1 прикажани се очекуваните вредности на максимално забрзување за различни повратни периоди, додека во табела 2 се дадени дефинираните проектни сеизмички параметри, преку влезно забрзување и карактеристични спектри и тоа за проектот и максимален земјотрес. За вака дефинираните параметри, во динамичката анализа се избрани карактеристични регистрации, чиј фреквентен состав го покрива фреквентното подрачје од интерес.

Врз основа на сознанијата од сите претходни истражувања и дефинираните проектни критериуми, извршена е анализа на конструкцијата на објектот на Мустафа-пашината џамија, која вклучува анализа на капацитетот на носивост и деформабилност, анализа на напонската и деформациона состојба и динамичка анализа за максимално очекувани интензитети на земјотресни дејства. Капацитетот на носивост на конструкцијата на споменикот во двата ортогонални правци се определува преку ултимативната катна трансверзална сила, која споредена со припадната сеизмичка сила го дава факторот на сигурност.

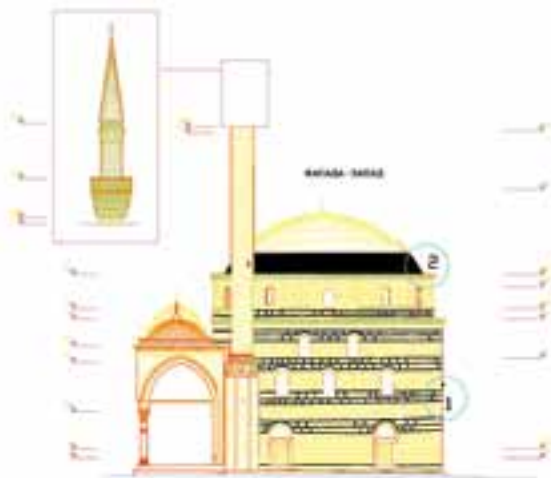
Врз основа на резултатите од извршените анализи и во соработка со проектантите на архитектонската конзервација на споменикот и претставниците на Националниот конзерваторски центар (табела 3), усвоено е решение за санација и зајакнување на конструкцијата на Мустафа-пашината џамија.

Со санацијата се предвидува поправка на сите оштетени неконструктивни и конструктивни оштетувања, а со конструктивното зајакнување се предвидува зголемување на носивоста и деформабилноста на објектот до проектираното ниво на сеизмичка заштита. Со постојниот проект за архитектонска конзервација, пред започнување на процесот на санација беше предвидено:

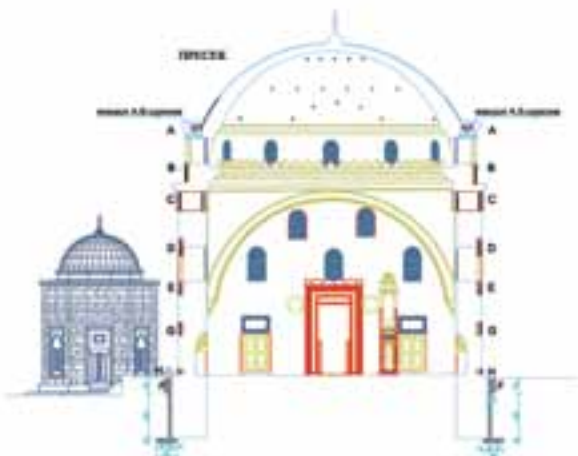
- целосно отстранување на слојот од цементен малтер над куполите поставен со зајакнувањето на објектот во 1968 година,
- одвојување на армирано-бетонските елементи изведени во 1968 година од постојната сидарија, и



Сл. 7 Испитување на вградени материјали [4]



Сл. 8 Зајакнувањето на конструкцијата на Мустафа-пашината џамија – фасада, [7]



Сл. 9 Зајакнување на Мустафа-пашината џамија - пресек, [7]

- отстранување на цементниот малтер кој бил инјектиран во пукнатините по земјотресот од 1963 година и повторно инјектирање со смеси врз база на варов малтер.

Усогласеното решението за зајакнување на објектот се состои од вметнување елементи за зајакнување во процесот на конзервација

Табела 1: Максимални забрзувања (во g) за разни повратни периоди

	ДАФ	Повратен период (години)				
		50	100	200	500	1000
Основна карпа	1.00	0.13	0.19	0.25	0.27	0.36
Ниво на темелење	1.35	0.176	0.257	0.338	0.365	0.480

Табела 2. Сеизмички параметри

Експлоатационен период (години)	Ниво на сеизмички ризик (%)	земјотрес	Максимално забрзување a_{max} (g)
100 и повеќе	30-40	Проектен	0.34
	10-20	Максимален	0.39

Табела 3. Капацитет на носивост на зајакнатата конструкција на џамијата

ниво	крутост K_i (kN/cm)	Ултимативна трансверзална сила Q_u (kN)	Фактор на сигурност Q_u/S_i
4	38802	3798	1.184
3	140242	17534	2.382
2	100672	19343	1.868
1	49253	21276	1.748

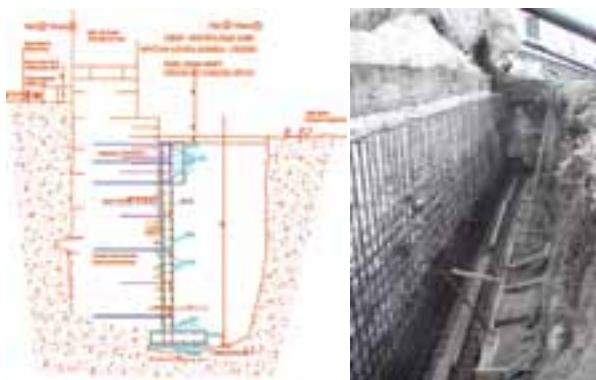
на архитектурата (сл. 8). Така, зајакнувањето на конструкцијата на главната купола се состои од формирање хоризонтален појас од т.н. полимерно платно зајакнато со карбонски влакна (CFRP wrap) по обемот на куполата (сл. 9A), која треба да обезбеди целосно покривање на зоната на која се јавуваат напрегања на затегнување согласно со спроведените анализи.

Со проектот е предвидено и одвојување на постојниот АБ-серклаж поставен со санацијата по скопскиот земјотрес со примена на полимерна лента зајакната со карбонски влакна, (CFRP laminate), (сл.10). Потоа целата купола од надворешна страна се покрива со заштитен слој од варов малтер и оловен покривач.

Зајакнувањето на носивите сидови се состои во вметнување полимерни шипки зајакнати со карбонски влакна (CFRP bar) во постојните фуги на фасадните сидови и тоа на неколку специфични нивоа каде се очекуваат најголеми деформации за време на земјотрес (сл.9, В,С,Д,Г,Н). Со формирањето на овие хоризонтални појаси се постигнува подобар интегритет на конструкцијата и синхронно однесување на носивите сидови во случај на земјотрес, (сл 11).



Сл. 10. Обложување на поранешниот АБ-серклаж (лево) и покривање на куполата (десно), [7]



Сл. 12 АБ-платно по обемот на темелните сидови, детаљ и изведба, [7]



Сл. 11 Чистење на хоризонталните fugи (горе) и поставување на композитни шипки (долу), [7]



Сл. 13 Инјектирање на сите постојни пукнатини со варов малтер, [7]



Сл. 14 Президување (анастилоза) на минарето, [7]

Поради доследно спроведување на зајакнувањето на објектот и под нивото на теренот, врз основа на опсервацијата на отворените сонди, добиените сознанија за темелењето на објектот и извршените пресметки, предвидено е решение за зајакнување на темелната конструкција на објектот. Тоа се состои од изведба на армирано бетонско платно по ободот на темелните сидови од надворешна страна (сл.12). Од конзерваторски причини ова армирано бетонско платно е физички издвоено од постојните темелни сидови со полиуретански премаз заради одбегнување на

контактот со постојната камена сидарија. Заради остварување на конструктивна соработка со постојната темелна конструкција, со решението се предвидува наизменично поставување анкери од хромиран челик со соодветна должина во претходно формирани отвори исполнети со епоксиден малтер.

На целиот дел од конструкцијата над ката на терен отстранет е цементниот малтер, кој бил инјектиран во пукнатините по земјотресот во 1963 година. Во овие пукнатини, како и во сите постојни пукнатини воочени по отворањето на надворешните фуги, извршено е инјектирање со варов малтер со дефинирани механички карактеристики (сл. 13).

Сеизмичкото зајакнување на конструкцијата на џамијата почна во есента 2007 година, кога успешно е реализирано зајакнувањето на темелната конструкција, президувањето на минарето со постојните камени блокови, но со нови анкери од хромиран челик во епоксиден малтер (сл. 14). Во текот на 2008-2010 година успешно се заврши процесот на зајакнување на главната купола, куполите над тремот и фасадните сидови.

Заклучок

Процесот на проектирање на конструктивната консолидација и зајакнување на Мустафапашината џамија е извршен во согласност со досега познатите современи принципи за сеизмичка заштита на историски споменици, кои бараат употреба на реверзибилни, недеструктивни и невидливи техники. Деликатниот проблем за доказ на ефективност на селектираниот систем за зајакнување е успешно надминат со примена на методологијата на проектирање помогнато со тестирање. Оваа методологија, која во последно време беше кодифицирана и во сите еврокодони, претставува моќна алатка, особено кога предмет на проектирање е комплексна конструкција, која е тешко, а со тоа и несигурно, да се анализира со традиционални методи. Резултатите од експерименталните испитувања беа особено корисни во докажувањето на соодветноста на изборот и ефективност на аплицираниот систем за конструктивно зајакнување.

Со реализацијата на санацијата и зајакнувањето на конструкцијата на

Мустафа-пашината џамија, која се одвиваше под постојана контрола на стручни лица од областа на градежништвото, архитектурата, заштитата на културното наследство и од областа на примената на материјали од нашата земја и од Република Турција, подигнато е нивото на сигурноста и сеизмичката стабилност на конструкцијата на објектот, без притоа да се применуваат деструктивни методи или да се наруши автентичноста на споменикот. Сето ова ќе биде верифицирано со планираното контролно тестирање на динамичките карактеристики на сега зајакнатата конструкција на споменикот со техниката на амбиент вибрации.

Извори:

1. P. Gavrilovic, V. Sendova and W.S.Ginell, "Seismic Strengthening and Repair of Byzantine Churches", Journal of Earthquake Engineering, Imperial College Press, Vol. 3 No. 2, 1999.
2. Gavrilovic P., Sendova V., Kelley S. "Earthquake Protection of Byzantine Churches Using Seismic Isolation" Macedonian – US joint research & PHARE Cultural Development Programme, Report IZIIS, 2001.
3. Gavrilovic P., Ginell W., Sendova V., Sumanov L., „Conservation and seismic strengthening of Byzantine churches in Macedonia“, The Getty Conservation Institute, GCI Scientific Program Reports, ISBN 0-89236- 777-6, 2004 J. Paul Getty Trust, LA, USA, 2004.
4. Lj. Tashkov, L. Krstevska, "Experimental testing of the historical monuments", Bilateral scientific research project, Yildiz Technical University, Turkey – IZIIS Skopje, 2006.
5. L. Krstevska, Lj. Tashkov, K. Gramatikov, "Shaking Table Testing of Mustafa – Pasha Mosque Model", EU-FP6 Programme, Project PRONITECH, WP7, 2007.
6. В. Шешов, „Дефинирање на сеизмички параметри за оцена на сеизмичката стабилност на Мустафа-пашината џамија во Скопје“, Извештај ИЗИИС 2007-47, Скопје 2007.
7. В. Шендова, Б. Стојаноски, П. Гавриловиќ, „Главен проект за санација и зајакнување на Мустафа-пашината џамија во Скопје“, Извештаи ИЗИИС 2007-41, волумени 1, 2 и 3, Скопје 2007.

ПОВТОРНОТО РАЃАЊЕ НА СКОПЈЕ

ЕКСПЕРТИТЕ ОД ОБЕДИНЕТИТЕ НАЦИИ ПРЕПОРАЧАА, ПОРАДИ ВИСОКАТА СЕИЗМИЧНОСТ, ДА НЕ СЕ ГРАДИ ПО ДОЛЖИНАТА НА РЕКАТА ВАРДАР ВО ПОЈАС ОД 600 М НА ДВАТА БРЕГА ОД РЕКАТА, А ТОА ЗНАЧИ ДЕКА СЕ ЗАБРАНУВА ГРАДБА НА БРЕГОТ НА РЕКАТА ВАРДАР НА РАСТОЈАНИЕ ОД 300 МЕТРИ ОД КОРИТОТО. СЕ ПРАШУВАМ КОЈ ГИ ПОЧИТУВА НИВНИТЕ СТРУЧНИ СОВЕТИ, КАДЕ СЕ НАШИТЕ ЕКСПЕРТИ ЗА УРБАНИЗАМ И АРХИТЕКТУРА И НЕМА ЛИ ЕДЕН ДЕН ДА СЕ СРАМАТ ЗА ОВА УРБАНИСТИЧКО-АРХИТЕКТОНСКО ЗЛОСТОРСТВО? ИЗГЛЕДА ДЕКА СПАСОТ Е ВО НИВНОТО ОТСТРАНУВАЊЕ ОД ОВАА ЛОКАЦИЈА!

Една година по катастрофалниот земјотрес во Скопје, во јуни 1964 година под покровителство на Обединетите нации беше формиран специјален фонд за помош на настраданиот град.

На првата седница којашто беше одржана по овој повод беа разгледани трудовите од фирмата Doksiadis ITRA-тим, како и од тимот од Варшава. Во нив се разгледуваше проблемот за идното планирање за реконструкцијата и развојот на Скопје. На оваа седница исто така се разгледуваше и нацрт-планот за стандардите на отпорноста на конструкциите од сеизмички влијанија, како и предлогот за формирање на Институт за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија. Исто така беше посебно разгледувано и прашањето за регулацијата на реката Вардар. На седницата беа донесени заклучоци за идната активност во 11 точки коишто требаше во одреден рок да се реализираат.

Во август 1964 година во Скопје пристигна Адолф Циборовски, кој од Обединетите нации беше назначен за проект-менаџер. Тој веднаш почна серија разговори со бројни експерти и посебно со инж. Коле Јордановски – директор на Главната дирекција за реконструкција и развој на Скопје, како и со арх. Љубе Пота - директор на Градскиот завод за урбанизам.

Кон крајот на октомври 1964 година, ОН за главен носител на првата фаза на планот на Скопје ја назначија фирмата Doxiadis Associates одговорна за првиот прелиминарен план на градот, како и фирмата "Polservis" од Варшава -специјализирана за правилна употреба и изградба на земјиштето. За регулација на коритото на реката Вардар за проект-менаџер беше назначен А. Ааstrup, експерт од Финска.

На крај по успешниот, но макотрпен труд на сите надворешни и домашни експерти на 30 септември 1965 година Градскиот совет на градот го одобри Генералниот урбанистички проект за Скопје. Со овој проект се предвидуваше развојот на градот да се одвива во три етапи: првата да заврши до 1971 година, втората до 1981 и третата етапа до крајот на 2000 година со можност за натамошен развој.

Според овој план, во неговиот прв дел се предвидуваше да се изработи проектна програма за детален урбанистички план за централното градско подрачје. Концепцискиот план за центарот конечно

беше одобрен во март 1966 година. Во вториот дел од овој план се предвидуваше изработка на нацрт-планови за развој на индустриската зона на исток, како и план за расчистување на дотраените објекти во северната зона од градот.

Конечно на 20 октомври 1965 година целокупната проектна документација беше изложена пред јавноста во присуство на највисоките државни претставници.

КАРАКТЕРИСТИЧНИ ПОДАТОЦИ ЗА СКОПЈЕ

Површината на Скопје е оформена помеѓу планински венци и зафаќа територија од 2.100 км². Скопското Поле или Скопската Котлина изнесува само една десеттина од оваа површина. Скопје во должина се распростира 30 км, а во ширина до 10 км. Северниот дел граничи со разбранувана конфигурација испресечена со бројни потоци изворна вода која доаѓа од Скопска Црна Гора. На запад се реките Лепенец и Треска коишто се влеваат во реката Вардар. На исток теренот се спушта во мочурливи површини. На јужната страна од Скопје е планината Водно којашто стрмно се наслонува на градот. Недалеку од Скопје се наоѓа изворот Рашче кој го снабдува градот со чиста вода за пиење и исфрла 4 м² вода во една секунда.

Врската на градот со пошироката околина се врши директно од Скопското Поле преку четири главни правци: Куманово - Белград, Велес - Грција, Тетово - Охрид и кон Косово покрај реката Лепенец.

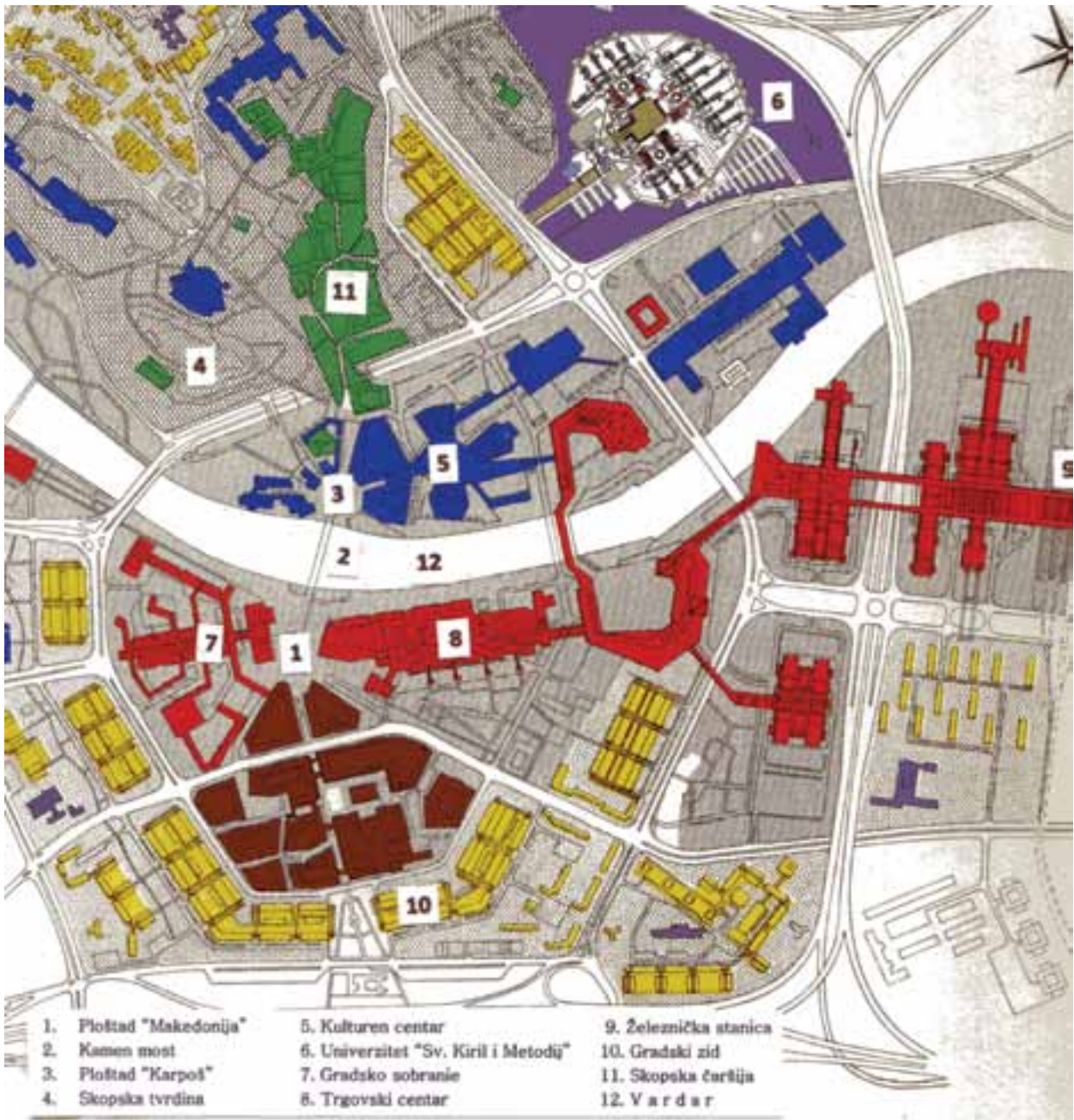
Климата на Скопје се дефинира како променлива медитеранска и како умерено континентална со температура зимно време под минус 10 и летно време над 30° С.

Сеизмичките услови на Скопската Котлина не дозволува да се градат концентрирани станбени населби. Посебно да се избегнува градењето покрај зоната на реката Вардар во ширина најмалку од 600 м.

Според официјални податоци од експертите на Обединетите нации издадени во 1970 година, во Скопје живееле 60% Македонци, околу 8% Турци, 7% Роми, 7% Срби, 6% Албанци, а остатокот им припаѓал на помалите етнички групи.

ЦЕНТРАЛНА ЗОНА НА СКОПЈЕ

Централната зона на Скопје не само што беше срцето на градот, туку во исто време беше и седиште на вкупниот културен, административен,



економски и политички живот за целата Република. Токму тој дел од градот беше најсилно погоден од катастрофалниот земјотрес во 1963 година. Покрај изградбата на 12 сателитски урбанизирани населби во околината на градот за сместување на семејствата коишто останаа без своите домови, како најзначаен чекор кој требаше да се преземе беше изградбата токму на централната зона на Скопје. Се разбира дека сега не се работеше за реконструкција на градот од причина што неговата урбанистичка матрица не соодветствуваше на современите урбанистички барања, туку за изградба на нов дел од градот кој требаше да се појави како рефлексija на градовите со современ

урбанизам и модерна архитектура. Во оваа насока како најсоодветно решение се наметна мислата дека за централното градско подрачје на Скопје треба да се распише меѓународен конкурс за архитектура и урбанистичко планирање.

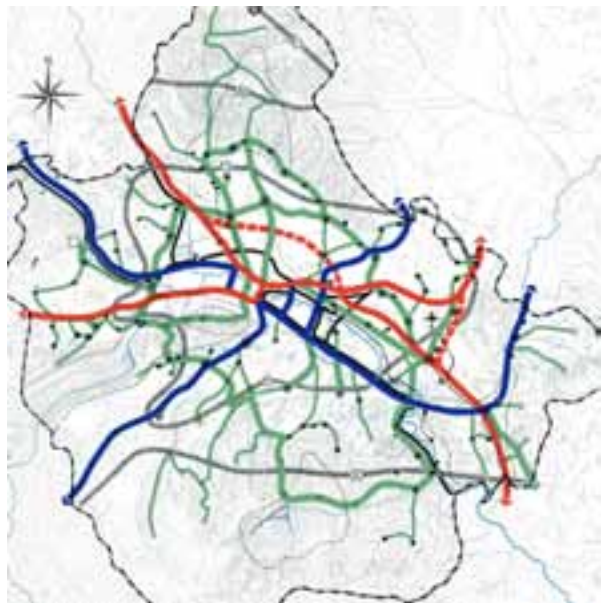
По распишаниот конкурс пристигнаа осум конкурсни елаборати чии носители на авторство беа: Славко Брезовски заедно со "Македонијапроект" од Скопје; J.H.van den Broek и Vakema од Ротердам; Александар Ѓорѓевиќ со колеги од белградскиот Институт за урбанизам; Радован Мисчевиќ и Fedor Wencler од хрватскиот Институт за урбаниз. Загреб;

Luigi Piccinato (co Studio Scimeni) од Рим;
Edward Ravnikaг и партнери од Љубљана;
Maurice Rotival од Њујорк и
Kenzo Tange од Токио.

По пристигнувањето на конкурсните елаборати оценувачката комисија секој труд посебно го разгледуваше од аспект на неговиот просторен, функционален и социјален аспект. Посебно се нагласуваше заемната врска помеѓу објектите од левиот и десниот брег на Вардар. Комисијата не додели прва награда, но од предвидениот награден фонд на Кензо Танге му се доделија три петтини, а по една петтина на архитектите Мишкевиќ и Венцлер.

Комисијата ја изрази својата верба дека при понатамошната разработка на планот ќе се води посебно сметка за човечката мерка на станбените квартави, како и на мерката за јасни и меѓусебно сообразени форми во центарот на градот. Реката Вардар е неизбежен мотив во формирањето на центарот на градот. Од оваа причина обединувањето на изградените структури на двата брега на реката во единствена просторна композиција ќе претставува посебен квалитет на решението на центарот, но неизбежно земајќи предвид дека објектите во близина на реката треба да се градат од лесен материјал и не смеат, од сеизмички причини, директно да налегнуваат на самиот брег од реката. Друга значајна одлука на оваа еминентна комисија се однесува на Скопското кале. Калето како највисока природна карактеристика истовремено и како симбол на градот во никој случај не смее да се блокира со какви било објекти изградени во неговата близина. Неговата волшебност треба да биде надградена со уште побогато хортикултурно обликување, со што ќе се надополнат убавите погледи кон него и истовремено од него кон неговата околина. Сосема на крај комисијата за оценување на конкурсните трудови со задоволство заклучува дека “Скопје ќе добие такво урбанистичко решение коешто ќе биде достоинствено за почитување од целокупната светска јавност”!

Врз основа на избраните конкурсни елаборати, како и врз основа на плодотворните дискусии за надградување на сите предлози од пристигнатите трудови се помина на изработка на т.н. деветта варијанта според која требаше да се помине на нејзината реализација. Се донесе одлука



дека за секој објект од општествен карактер треба да се распишува меѓународен или републички анонимен конкурс, а изборот да го врши комисија составена од реномирани домашни и надворешни архитекти.

УМИРАЊЕТО НА СКОПЈЕ

Колку се почитуваа овие препораки од експертите? Исклучително сериозната порака на експертите од Обединетите нации при изградбата на центарот на Скопје беше, поради високата сеизмичка, да не се гради по должината на реката Вардар во појас од 600 м на двата брега од реката! Со други зборови тоа значи дека се забранува градба на брегот на реката Вардар на растојание од 300 м од коритото. За жал оваа препорака на експертите не само што не се почитуваше, туку спротивно на секоја етика и без скрупула почна да се узурпира токму таа забранета зона за градба! Од оваа неприродна појава изникнуваат две основни прашања: првото се однесува на непочитување на препораките од експертите на Обединетите нации и второто, што има далеку поголема тежина, е блокирањето и узурпацијата на крајбрежната зона како површина наменета за рекреација на граѓаните на Скопје. Она што навистина зачудува е тоа што најповиканата институција од областа на сеизмиката, “Институтот за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија”, (ИЗИИС) остана тотално глува на овие случувања! Според оваа препорака, сите објекти изградени во оваа забранета зона за градба се објектите изградени (или се во фаза на градба) на левиот брег на

САКАМ ДА ИМ СЕ ОБРАТАМ НА ПОМЛАДИТЕ КОЛЕГИ КОИШТО ЗАЗЕМААТ ФУНКЦИИ ВО ДРЖАВНИТЕ ИНСТИТУЦИИ И ОД КАДЕ ИЗНИКНУВААТ СИТЕ ОВИЕ АНОМАЛИИ ВО ПОГЛЕД НА УРБАНИЗМОТ И АРХИТЕКТУРАТА ВО СКОПЈЕ: ЗАР НЕ ВОДИТЕ СМЕТКА ДЕКА ЕДЕН ДЕН ЌЕ БИДЕТЕ ИЗЛОЖЕНИ НА СТРУЧНИ КРИТИКИ И ЌЕ СЕ СРАМИТЕ ОД ТОА ШТО СТЕ ГО СТОРИЛЕ!

Вардар помеѓу Камениот мост и мостот до хотелот “Холидеј ин”, потоа објектот на старо-новиот театар и објектот на новиот музеј, а од десната страна на Вардар новиот објект на местото на Народната банка. Сите спомнати објекти претставуваат силна концентрација токму во срцето на Скопје!!!

Другата препорака на експертите се однесува на урбанистичко-архитектонските конкурси според која за секој објект кој треба да се гради во централното градско подрачје треба да се распише меѓународен или републички анонимен архитектонски конкурс објавен во сите дневни весници! Оваа препорака има за цел да се зачува високото естетско обликување коешто ќе кореспондира со сегашните архитектонски тенденции во светската архитектура. За оваа цел се составува оценувачка комисија од домашни и странски реномирани архитекти! Во врска со оваа препорака треба еднаш засекогаш да престане интелектуалниот творечки труд да се мери со “тендери” објавувани во службени весници!

Кога ќе ја разгледаме препораката на експертите за човекомерните станбени објекти и посебно за меѓусебно сообразените форми на новите објекти, тука треба сериозно да се загрижиме за архитектурата којашто сега се сервира на Скопје и којашто може со својата неусогласеност со околниот амбиент да послужи за потсмев на целиот стручен кадар од целиот свет! Колкав е интелектуалниот капацитет на

едно Министерство за култура кога им сугерира на архитектите да проектираат објекти во дух на одамна изумрени стилови, можеме со голема жал да констатираме каков кадар ја раководи нашата држава.

Секако дека сите препораки од експертите на Обединетите нации се од исклучително значење за градот Скопје. Тие во својот завршен извештај, полн со оптимизам, пишуваат: “ Скопје ќе добие такво урбанистичко решение коешто ќе биде достоинствено за почитување од целокупната светска јавност!”. Во оваа насока со сигурност треба да се констатира дека со градот Скопје се случува токму спротивното од оваа полна со љубов препорака! Најочигледен пример е визуелното блокирање на Скопското кале со ансамбл од меѓусебно неусогласени и хаотично распоредени високи волумени коишто целосно го блокираат тој единствен бисер што природата му го подарила на Скопје! Експертите препорачаа: се забранува изградба на какви било објекти во неговата близина! Се прашувам кому се обраќаат овие врвни стручни луѓе со светско реноме? Се прашувам кој ги почитува нивните стручни совети? Се прашувам каде се нашите експерти за урбанизам и архитектура? Нема ли еден ден да се срамаат за ова урбанистичко-архитектонско злосторство? Изгледа дека спасот е во нивното отстранување од оваа локација!

На крај сакам со посебно задоволство да им се обратам на помладите колеги коишто заземаат одредени функции во државните институции од каде што изникнуваат сите овие аномалии во поглед на урбанизмот и архитектурата во Скопје! Длабоко сум уверен дека по макотрпната и со многу непроспиени ноќи за време на вашата студија научивте добро што е тоа архитектура и што е тоа урбанизам! Ако сте веќе добро образовани, тогаш само од себе се поставува прашањето: зошто и од кои причини си ја продавате својата благородна стручност? Да бев на ваше место, во ниту еден случај не би прифатил да давам локации на места кои се забранети за градба и уште помалку би се сложил да ги присилувам своите колеги во своите проекти да применуваат изумрени стилови коишто се проучуваат само во историјата на архитектурата и уметноста. Зар не водите сметка дека еден ден ќе бидете изложени на стручни критики и ќе се срамите од тоа што сте го сториле!

**Rüdiger Höffer,
Ruhr-Universität Bochum, Germany**

**Hans-Jürgen Niemann,
Ruhr-Universität Bochum, Germany
Niemann & Partner Consultants, Bochum, Germany**

**Norbert Hölscher
Niemann & Partner Consultants, Bochum, Germany**

STRUCTURAL DESIGN BASED ON WIND TUNNEL TESTS

Introduction

In most cases of general structural engineering the standard wind load assumptions are usually sufficient to verify the stability and serviceability of buildings affected by wind action and to assess many types of engineering structures. On this basis, load bearing structures, their components, other structural parts that are exposed to wind and mounting details can be assessed in a satisfactory manner.

A wind tunnel test is required if one moves beyond the range of experiences which is covered by the state of technology [1]. Among other things, one must verify whether an upward revision of the wind stress model would lead to higher wind load assumptions that would significantly influence the assessment results. Such an upward revision is, for example, conducted on the basis of microclimatic evaluations (taking into account the influence of the wind direction and wind flow canalisation) and topographic evaluations (e.g. location in high areas or valleys). Further, it can be conducted on the basis of the investigation of interference effects due to high building density while at the same time taking into account changes in the configuration of the structural environment over the course of time or expected damages to load bearing structures. Fatigue loads due to turbulence or vortex induced vibrations proceeding in several eigenforms should also be allowed for, as well as fatigue loads which result from vibrations of hangers and ropes that are induced by a combination of rain and wind. Wind influence that may culminate in a loss of the stable equilibrium include (quasi-static) torsional divergence e.g. of suspended roofs or wide span roofs, as well as several forms of natural oscillation such as Galloping vibrations of pylons or the flutter of bridges. For all these examples the norm requires the verification of the aero-elastic behaviour of load bearing structures [2].

Structures for which there are special requirements in terms of safety and reliability must, however, be treated differently. For energy and

procedural plants special action is often specifically determined. This is usually the case for nuclear power plants and chemical plants, for protective structures and certain infrastructural buildings. In this context the focus lies on the determination of the design wind within a further extreme value analysis on the basis of meteorological observations as well as on the development of special design scenarios in the case of accidents or natural disasters.

Another interesting aspect must not be neglected within the construction design and the construction process. Since standard values are conceived in a conservative manner they are often not sufficiently exact for individual structures. Hence, a wind tunnel test may be recommendable to achieve an ideal building layout in terms of construction costs, safety, reliability and durability.

DESIGN AND PLANNING OF ENGINEERING STRUCTURES BASED ON WIND TUNNEL TESTS

Boundary layer wind tunnel at Ruhr-Universität Bochum and measurement methods

Measurements to identify decisive wind loads can be conducted in the boundary layer wind tunnel at Ruhr-Universität Bochum. The wind tunnel allows realistic simulations of the atmospheric wind conditions in the case of strong wind. It has a closed measuring section of 9.4 m length, 1.8 m width and a maximum height of 1.6 m (the ceiling is adjustable). The air supply is secured through a sucking fan. In flow direction it passes through an inlet nozzle, reaches the model area over the approach section and, after passing the fan, it re-circulates openly from the outlet diffuser to the inlet nozzle through the wind tunnel chamber. With a fan power of 105 kW maximum wind velocities of approx. 35m/s can be achieved.

Within the approach section the surrounding atmospheric wind field is simulated. Due to the roughness effected by natural cover with trees, bushes etc., buildings and other effects obstructing the flow the time-averaged wind velocity near

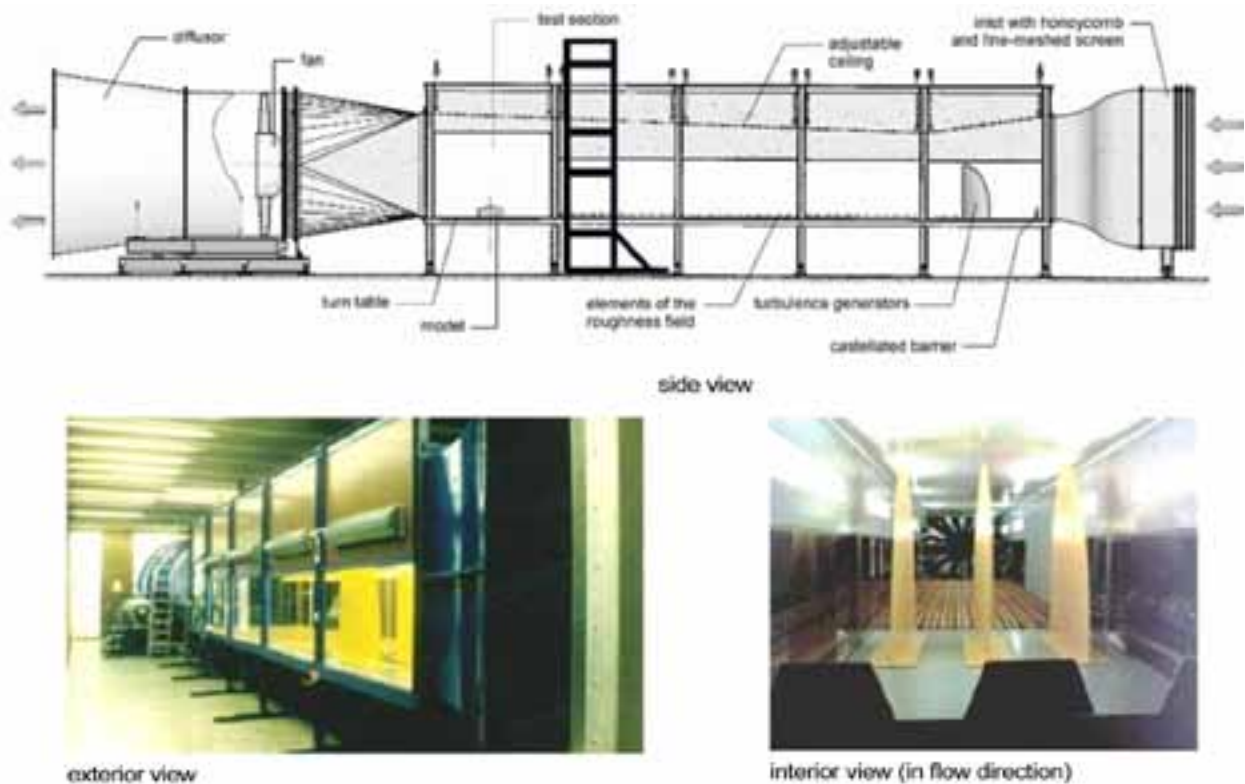


Figure 2.1 Boundary layer wind tunnel and wind tunnel installations

ground level is lower than in greater heights. In the wind tunnel this height dependency is generated artificially („Counihan’s method“). One uses bluff-bodies such as a castellated barrier equipped with trapezoid pinnacles that produces a strong deceleration near ground level immediately behind the inlet nozzle. Further, it has three turbulence generators which lead to a first profiling of the incoming flow as well as areas of ground roughness distributed over the approach section. In terms of their influence on the wind field the three illustrated bluff bodies have been adjusted in a manner that the modeled flow simulates the height profile of the wind velocity and gustiness for the respective investigation area true to scale.

The large-scale wind velocity conditions simulated in the wind tunnel are controlled using thermal probes with high spatial and temporal resolution capabilities (hot wire anemometry). Figure 2.2 compares the measured results with the specifications of DIN 1055-4:2005-03 on the average wind velocity profile and the longitudinal turbulence intensity – in this case on a geometrical scale of 1:600. The profile of the average wind velocity largely agrees with the specifications concerning terrain category II. The turbulence intensity is slightly

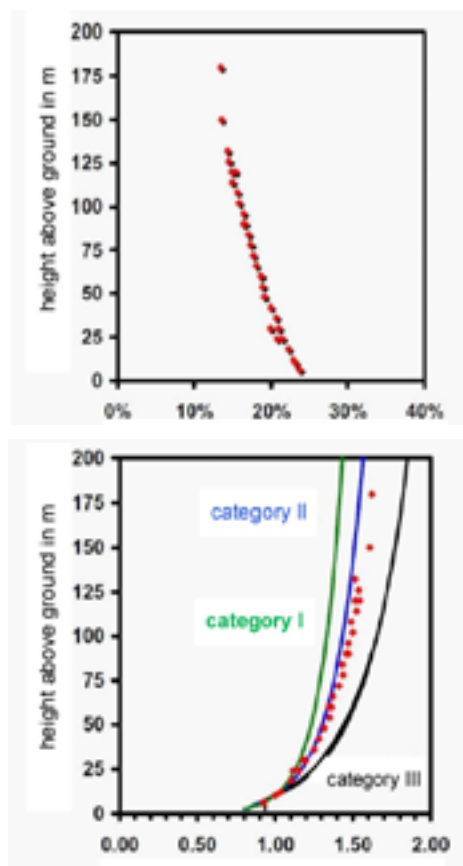


Figure 2.2: Simulation of site-specific height profile of wind velocity and turbulence intensity in the boundary layer wind tunnel

higher. The similarity requirements on the wind tunnel boundary layer are fulfilled by analyzing the natural roughness conditions on the building site and transferring them on the small scale boundary layer model in the wind tunnel, see [1].

For the wind tunnel investigation of a single building structure or a group of buildings a reduced model is required scaled at a unified geometric scale. Fig. 2.3 shows as an example of a power plant including the cooling tower (CT), which is the subject of these tests, the boiler house and further large plant buildings which will affect the flow around the tower. The scale is 1:600. The CT with a full-scale height of 166m is located in the centre of the turntable in order to simulate all possible flow directions. The diameter represented in the wind tunnel is 1.02 km.

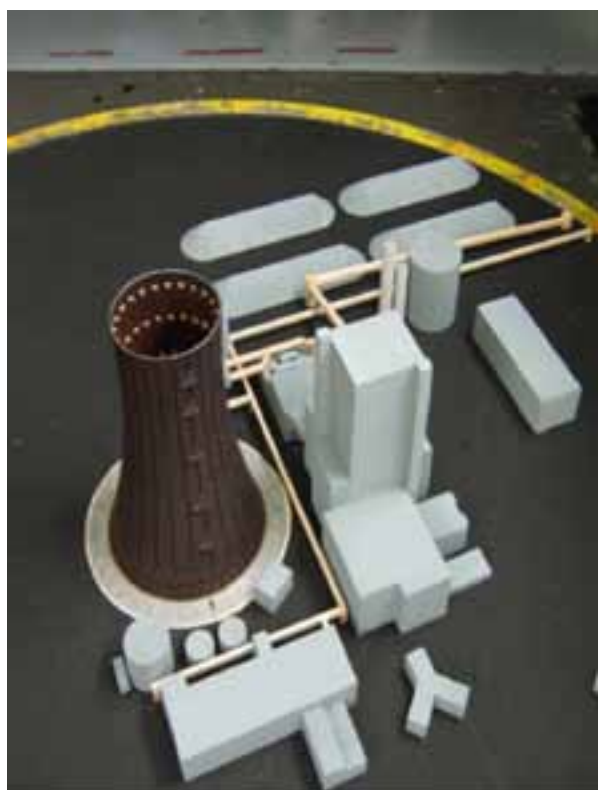


Fig. 2.3: Power plant unit: plan view of the wind tunnel model (a); the model on the turntable (b)

Minor deviations from strict geometric similarity can be ignored or are even irrelevant. For example, in the model the surface roughness of the CT shell is increased in order to compensate for the inevitable Reynolds number disparity. In the present case the strains in the CT shell were to be

measured in order to investigate the effect of the neighbour buildings on the internal forces in the CT structure. Therefore, in addition to the geometric similarity, the requirements of elastic similarity had to be observed. The other buildings are in this investigation mere flow obstructions.

The aim of the investigation was twofold: the most unfavourable pressure distributions should be identified leading to the worst shell stresses. Therefore, in addition to the internal forces, the pressure time histories had to be measured simultaneously. To this end pressure taps, i.e. small boreholes 0.8mm wide are drilled carefully through the model wall and connected by pressure tubes to electronic pressure transducers. However simple the principle may be, the challenge is to capture pressure fluctuations at high frequencies up to 200Hz. The tubing needs optimizing with regard to diameter and length; eventually, restrictors are necessary to avoid resonant amplification of the pressure transmittance. This experimental optimisation is combined with an inverse filtering in the time domain which still extends the frequency range.

Specific differential Piezoresistive pressure load cells are used to measure the pressures. A small silicon chip with a pressure membrane that is etched on one side and has four Piezoresistors, constitutes the main core of these pressure sensors. With a compressive load acting on the membrane a deformation is produced which goes along with a change of the resistance at the Piezoresistors. In this manner a pressure change (mechanical parameter) is transformed into a resistance change (electrical parameter). The feedback of the recorded signal into a pressure is conducted on the basis of a calibration. The model is typically equipped with 144 measuring points, which are arranged over 6 horizontal measuring cross sections and distributed evenly in distances of 15° over the perimeter.

Strain measurement technology is used to assess interference stresses in case of neighbouring structures. An elastic model is used for the cooling tower. With a geometrical scale of 1:600 the model simulates the external geometry of the original in a realistic manner. The shell gauge too, is implemented in the best possible manner, only the supporting formwork is represented in a simplified form through

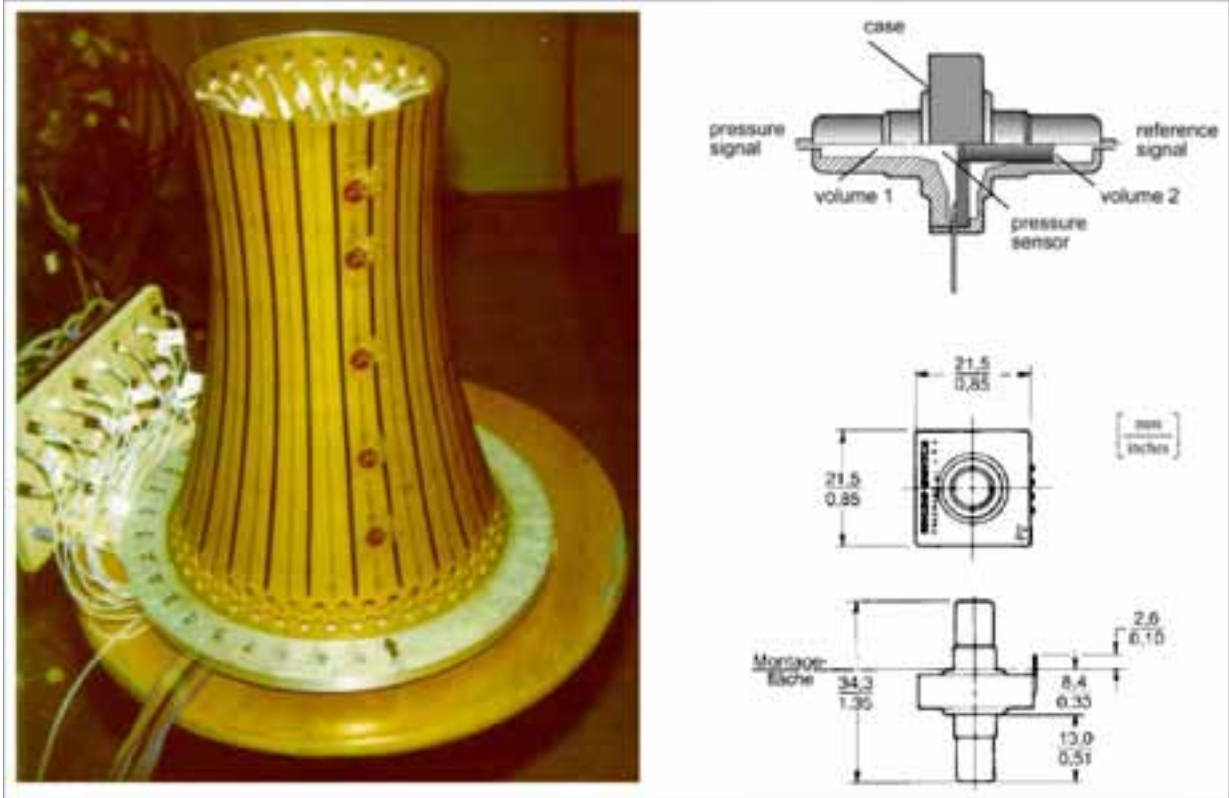


Figure 2.4: Wind tunnel model with pressure measurements

an equivalent aerodynamic system. The obstruction degree which indicates how the V-bearings interfere with the air flow is decisive in this context. It is represented true to scale by a system of boreholes of different sizes. The cooling tower model is fixed on a pivoted steel plate. It can be produced from a Polyurethan-Elastomer-mixture. The material is elastic and has homogeneous-isotropic qualities, thus fulfilling Hook's law – a fact which also ensures a linear relationship between strain and tension. What is more, the used material has a low Young modulus. Hence, even smallest stresses at the microscale can be assessed, see table 2.1

To make strain measurement possible the cooling tower model is equipped with strain gauges arranged in a meridional system. Figure 2.5 shows the arrangement of strain gauges along the

measurement meridian. At five different heights, probes are arranged congruently – both on the interior and exterior surface of the cooling tower. Hence, strains at the cooling tower shell can be determined successively for all circumferential angles and wind directions simply by rotating the model and the wind tunnel table. A detail view of the used three-axial strain gauges is shown as well. (Figure 2.5)

From the time histories of the measured signals for the different measuring grids 1 to 3 on the exterior surface and 4 to 6 on the interior surface - the alignment of which is illustrated on a shell element in figure 2.5 - the membrane strains and bending strains of the cooling tower shell can be calculated for every time step. By definition a positive bending strain is given on condition that there is a

Table 2.1: Parameters of an often-used Polyurethan-Elastomer-mixture

Material	Shore A	Shore D	E-Modul	$\sigma_{0.1}$	$\epsilon_{0.1}$	$\sigma_{1.0}$	$\epsilon_{1.0}$	σ_B
			N/cm ²	N/cm ²	%	N/cm ²	%	N/cm ²
Vulkollan 50	97	55	30000	600	2.1	920	4.2	4000

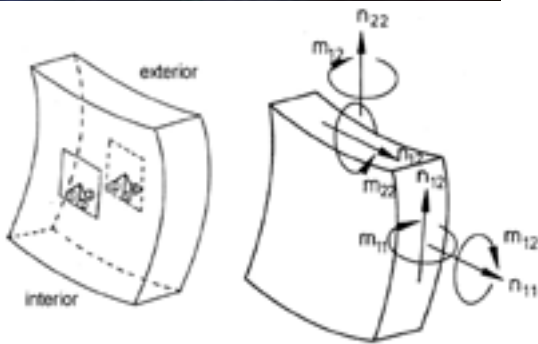


Figure 2.5: Cooling tower model with three-axial strain gauges on the external surface and schematic view of shell element with applied tree-axial strain gauges rosettes

tensile load at the exterior surface. Bending and membrane strains are determined from the strain signals of the individual strain gauges. The Young modulus and Poisson's ratio of the model material are used to translate the figures into internal forces, see table 2.1. In addition one must take into account that in case of extremely thin wall strengths local stiffenings are produced by the strain gauges. These stiffenings must be determined by means of appropriate preliminary tests. Instead of the actual Young modulus E an effected Young modulus E' can then be introduced for each the membrane strain and the bending strain.

The flow interference effects acting on the load bearing structures are deduced from the altered reaction of the building structure. For this purpose an interference factor F_i (cf. figure 2.6) is defined which describes the alteration in the shell stress due to interference effects with the neighboring buildings. The extreme values of the stress parameters are considered. If the maximum of a reaction dominates the measurements the interference factor F_i describes the relation of the maximum reaction parameter at the tower within the group, in relation to the maximum reaction parameter at the single tower (the same applies accordingly for the minimum of the reaction of the load bearing structures). The flow interferences within the group of power plant buildings may have both negative and positive effects on the cooling tower. Depending on the wind direction the cooling tower may be located in a wind-protected position due to which lower maximum stresses are produced than in case of the single cooling tower. In this case the interference factor is $F_i < 1$. If interference effects increase the stresses $F_i > 1$. According to the VGB

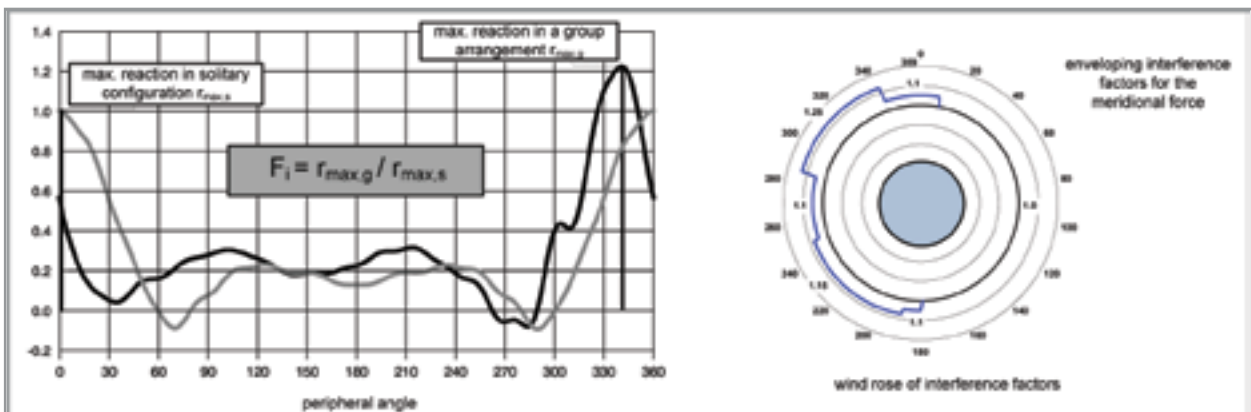


Figure 2.6: Definition of interference factor und covering interference factors of a leading factor

guideline, [5], potential shielding effects which might have a positive impact are not taken into account. $F \geq 1$ should be assumed as the minimum value for the wind load acting on the single tower.

Interference factors are first indicated as a circumferential function to the wind load to make nonrotation-symmetrical measurements possible. Potential advantages of this method should be compared with the sometimes significantly higher expenditure for structural verification procedures. These increased efforts result from the fact that, depending on the measurement situation, different wind load cases that are subject to the wind direction must be allowed for. However, a non rotation-symmetrical distribution of the required reinforcement can hence be deducted, which usually helps to save huge amounts of construction costs.

Wind load redistributions at the roof of Spartak Moscow Stadium

Spartak Moscow sports team initiates the construction of a stadium with a multi-functional hall attached. According to the plans, the stadium should have 40.000 roofed seats and 18.000 seats within the hall. The stadium bowl has a circular outline with a diameter of 208 m and two double archs spanning above it that carry the roof shell. The span width of the sheets is 250 m. The hall is 165 m long and 120 m wide with bowlike truss girders spanning across it. It closes with a flat dome at its west end over a semicircular layout, see figure 2.7.

The consultant company assmann beraten + planen, Dortmund is responsible for the design while Hochtief Construction AG / Russia

conducts the constructional part. Apart from the respective natural loads static snow load effects as well as static and dynamic wind effects are decisive for the measurement of the load bearing structures. Due to the particular shape of the two structures, sufficiently detailed specifications for the determination of these load cases are neither included in the Russian Norm SNIP 2.01.07-85* nor in the current Eurocode EN 1991-1-3 – snow loads, and EN 1991-1-4 – wind loads. Investigations in a boundary layer wind tunnel were hence scheduled to define these loads. The regulations according to SNIP 2.01.07-85* formed the basis for the load data. This especially applies for the decisive wind velocities at the scheduled venue and the normative value of the snow load on the ground. The documents required for the planning were delivered by the engineering company Niemann & Partner, Bochum, on the basis of wind tunnel tests. The experimental part of the investigations was conducted in cooperation with the working group Wind Engineering and Fluid Mechanics, Ruhr-Universität Bochum. The institute ZNIISK Kutscherenko, Moscow definitively determines the resulting snow loads on the basis of a special authorization from the construction inspection.

The wind tunnel flow is adjusted in a manner that it simulates the wind profile and the turbulence degree of natural wind at a scale of 1:400. It thus represents the wind conditions for suburban structures on condition of a neutral thermal layering of the atmosphere. A certain wind direction is chosen at the rotary table in the wind tunnel. The model snow is then strewn on at a defined layer thickness in loose storage. Prior to each test the



Figure 2.7: Animation of Spartak Moscow Stadium and implemented model at boundary layer wind tunnel, Ruhr-Universität Bochum

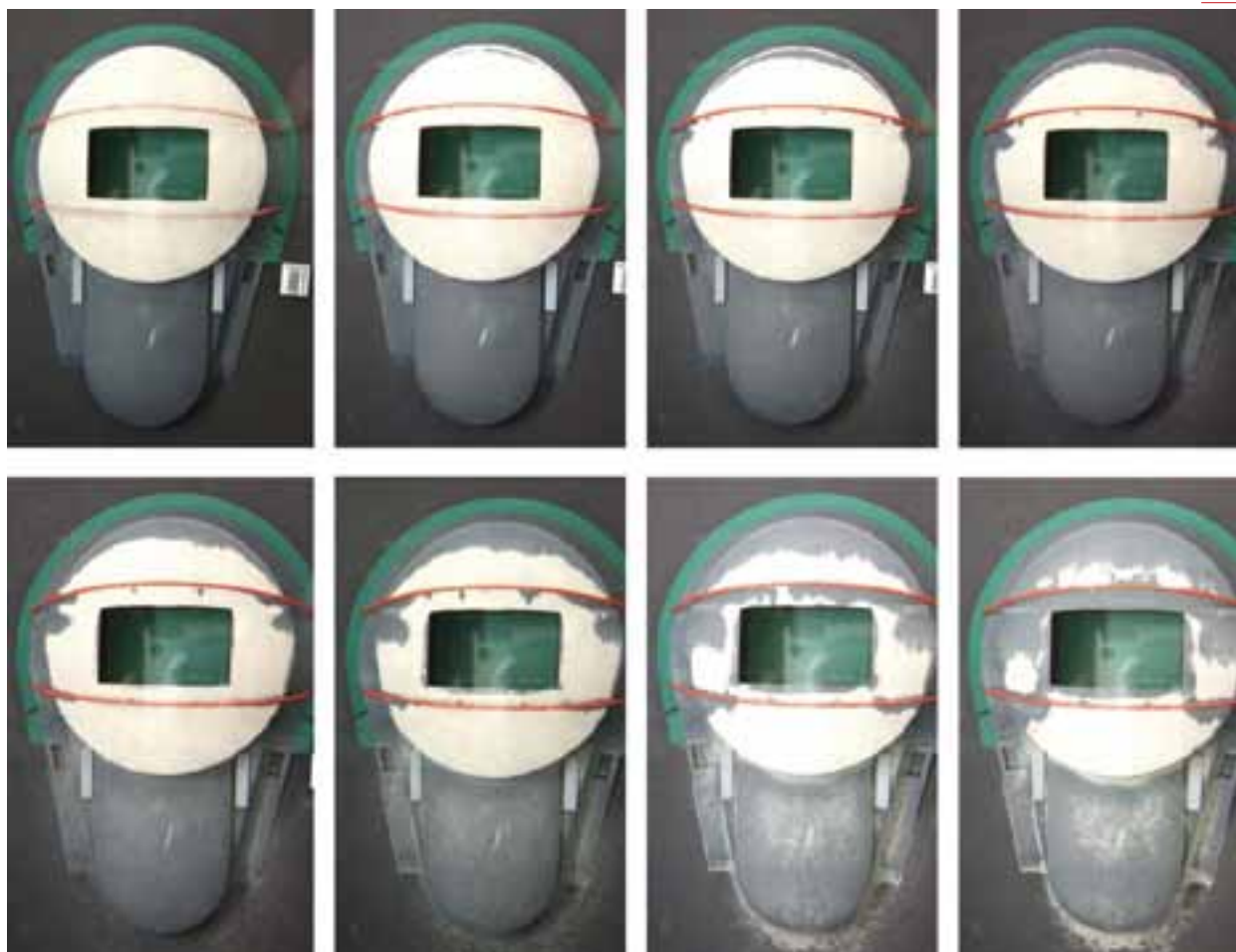


Figure 2.8: Pictures of snow redistributions at different velocity levels

layer thickness is measured, here it ranged between 0.7 and 1.2 mm. The tests were conducted in manner that the transport and redistribution of the model snow due to wind flow could be observed for defined velocity levels. If an equilibrium was reached it was documented in photographs and the velocity was increased for the next test. As soon as the velocity reaches a height that no equilibrium was reached, the test is complete.

Figure 2.8 shows photos of the measurements at the indicated velocity levels. One can see that at this velocity the transport velocity at the dark roof areas has already been exceeded. At the white areas it has not yet been reached, however. The outlines of the clean blown roof areas indicate that the critical velocity has just been reached here. The wind flow has partly blown the transported volume of the model snow from the roof. At other parts it has blown the snow on top of the snow-covered roof areas, hence redistributing it. The latter part has increased the layer thickness on the roof, hence contributing to snow agglomerations.

Gusts of wind induce an abrasion of snow in those areas in which the average transport velocity has not been exceeded yet. That means that, within the test, they remain covered with snow. This abrasion has a counteractive effect towards the snow agglomeration due to the redistribution of snow from the clean blown areas. As a result the layer thickness increases at lower wind velocities. On the other hand, abrasion effects at the snow covered areas become more and more important at high wind speeds, hence reducing the layer thickness at the end of the tests. The reduction of layer thickness manifests itself in the fact that, at the end of the test, the snow covered area is still larger in relation to the snow covered area at the start of the test than the respective relation of volumes. The aim of the evaluation is to determine the agglomeration of the model snow at each velocity level and hence to conclude the most disadvantageous distribution of snow agglomerations. For this purpose the volume flows were determined and an appropriate method was developed.

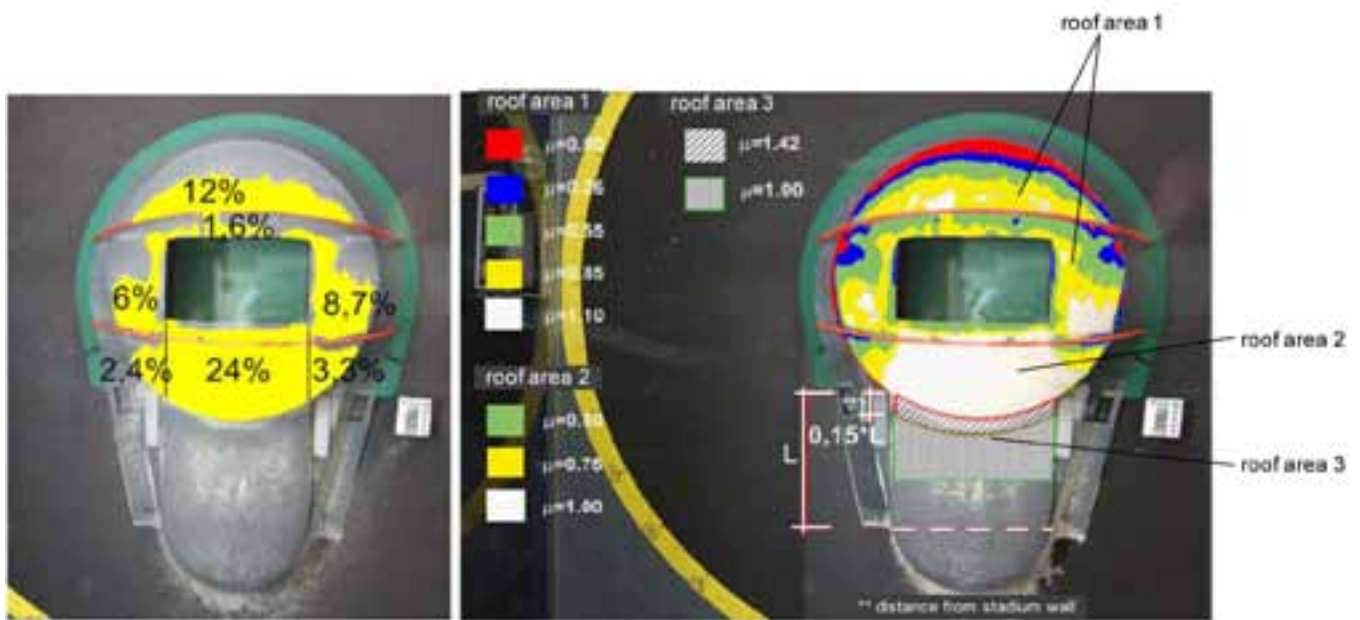


Figure 2.9: (a) Determination of clean blown und snow-covered roof areas based on measurement photographs; (b) Measured shape coefficients of snow load for the case shown here.

The balancing of the volume movement is conducted on the basis of the measured values while taking into account the following aspects: At one velocity level the volume loss is transported from the roof, leaving, however, a residual volume on the roof area. After completion of one velocity level the residual volume constitutes the initial volume for the next velocity level. The snow layer remaining on the roof has a rather similar layer thickness for most velocity levels. This fact is mainly owing to the advantageous aerodynamic shape of both the stadium and the hall roof. It leads to an even flow field above the roof areas, hence avoiding significant snow agglomerations. The evaluation thus mainly concentrates on the average layer thickness, the only exception being the height jump between stadium roof and hall roof.

Figure 2.8 shows the progressive abrasion of the snow layer at one velocity level in the wind tunnel test. This situation will serve as an example to illustrate the whole procedure. In this test no snow layer was placed on the hall roof to observe the blowing effects from the stadium roof on the hall roof, that were especially significant for this wind direction. The following data were available for evaluation purposes: (1) the snow volumes on the roof at the beginning and end of a test; (2) the layer thickness at the start of the test; (3) photographs showing the increase of clean blown roof areas, i.e. the decline of snow covered roof areas at each velocity level. The first step in the evaluation process is to determine the

areas for each velocity level. Figure 2.9 (a) shows the method that was used to this end.

The snow distribution is the result of the overlapping layers at the considered velocity levels. The overlapping is directly concluded from the photographs. Figure 2.9 shows the outlines that are given in case of 4 layers overlapping. The white area represents the last layer and hence the greatest height of snow agglomeration. The blue area represents the lowest layer. It has slightly been blown away at a low velocity level at the upwind boundary, the underlying roof area shows itself in red.

SECURING OF THE CONSTRUCTION PROCESS BASED ON WIND TUNNEL TESTS

Use of a construction time factor

Experience shows that, due to the fact that the stair towers stand on their own over the construction phase, having no attachment to the boiler house, they show low natural frequencies. Hence, one should expect an increased susceptibility to vibration towards wind effects. In this context gust excitation may lead to a vibration excitation while the vortex excitation may lead to a transverse vibration excitation in wind direction. Both of these effects lead to dynamically increased stresses acting on the load bearing structures.

The possibility and extent of the various resonance effects can be determined by means of

introduced calculation methods for the purpose of the constructional design of the stair towers. Essential data on the natural vibration behavior and structural damping are prerequisite for this. During the design phase these data are usually not available. They can, however, be defined on the basis of a constructional preliminary draft. The following parameters are essential: (i) Geometry of the tower cross section, (ii) material of the tower cross section, (iii) mass of the tower cross section, (iiii) wall thickness of the tower cross section, (v) foundation of the tower.

There might further be the chance to optimize the design in a manner that dynamic effects can be reduced. On condition of an appropriate stiffness of the load bearing structure, vortex resonance can entirely be avoided. This can be achieved if the critical wind velocity for which the vortex shedding frequency is equal to a natural frequency of the tower, is significantly higher than the wind velocities that should be expected for the site. The wind load normative requires a distance factor of 1.25 at the minimum.

In this context one should take advantage of the fact that vortex excitation can only occur temporarily during the construction phase, as later the stair towers are not any longer isolated. According to the normative the reduced probability of the occurrence of a 50-years- storm may in this case be considered by including a constructional factor. The constructional will be treated in more detail in [3].

For a two-year construction phase $c_B = 0.7$, such that for a tower that is 100 m in height a critical wind velocity of 36m/s results. Under these conditions vortex resonance can only be avoided if the fundamental flexural vibration of the tower reaches a minimum natural frequency of 0.4 to 0.5 Hz. These data are valid for usual cross-sectional dimensions of a stair tower with $b/d=9.9\text{m}/6.6\text{m}$. The calculated minimum frequency is often similar to the natural frequency of the respective towers, which - depending on the foundation layout - ranges between 0.3 Hz as the lowest value and around 0.5 Hz as the highest value. In all cases gust resonance must be considered in addition to vortex resonance.

Figure 3.1 shows the stair towers of the new boiler houses of power plant Neurath. They are usually constructed prior to the boiler house and exposed to wind over the whole construction phase.

Due to their slender design they are highly prone to vibration in both the longitudinal and cross direction. Hence, vibration is excited by natural wind effects such that the towers are subject to dynamic stresses to a larger extent. The effects that are decisive for the design usually result from vortex excitation which mainly occurs in resonance with the fundamental flexural vibration of such towers.

According to the norm, a resonance case is given if the critical wind velocity, for which the vortex shedding frequency is equal to the natural frequency of the towers, might occur at the building site and at the height of the tower top.



Aspect ratio $d/b = 15.25\text{m} / 13.3\text{m}$
 Slenderness $h/b = 172\text{m} / 15.25\text{m}$
 Total mass $m \approx 24.100\text{t}$
 Lowest flexural natural frequency $n_1 \approx 0,30\text{ Hz}$
 Critical wind velocity $v_{crit,1} \approx 35,9\text{ m/s}$

Figure 3.1: Stair towers of the new boiler house at power plant Neurath

Constructing stair towers like these usually takes around 3 months, before the attached boiler house is built later on. The overall construction phase is usually completed in less than 24 months. Only then the towers are integrated in the surrounding structures to an extent which ensures that these specific vortex excitation effects do not occur. A constructional factor of 0.7 is thus normally recommended. By introducing the construction time factor structural design calculations with respect to vortex excitation can be avoided in case of a lower flexural stiffness or lower natural frequency $n_{i,y}$. This, however, has not been proved for all relevant cases such that further measures to reduce or avoid disadvantageous resonance effects should be sought. In terms of the structure, complementing bracing systems, additional damping measures or a dynamically optimized mass distribution can often be implemented with considerable effort only. They are usually not considered.

Aerodynamic optimization

Alternatively aerodynamic measures may be applied. Their goal is to manipulate the flow around the stair tower to an extent that the periodic vortex shedding is impeded. In this manner the flow at the spire may be re-directed or interrupted, for example, just by adding specific additional attachments. Such measures are commonly used in chimney construction with the aid of so-called Scruton helicoils. In a first approach the tower surface could be optimized by adding a few temporary attachments. This can, for example, quite easily be implemented for towers with a square layout and respective symmetrical stiffness conditions. A windward extension of the cross section on one side would result in a lower Strouhal number Sr , cf. figure D.1 of the wind load normative DIN 1055-4:2005-03 mit $Sr (1 < d/b < 3) < Sr (d/b < 1)$, and at the same time it brings about a higher critical wind velocity – two factors that would help avoid vortex resonance for critical cross sections. The structural extension has no impact on vortex excitation on the extended side, since the Sr -number with $Sr (d/b < 1) = 0.12$ remains constant. On the other hand the extension of the wind area increases the gust load, which, however, is less problematic from a structural point of view. The influence of the strength windrose may additionally be taken into account. Depending on the arrangement of the stair towers the mentioned structural extension should be conducted in the direction of strong wind sectors.

Apart from this, there are other additional measures to reduce vortex excitation loads. Figure 3.2 shows an overview of appropriate attachments or structural alterations. All features mainly have a positive impact on the wake flow, impairing the shedding process of Kármán vortices by allowing complementary circulation. The table lists the relative alterations of the excitation force coefficients and the Strouhal number. The data is related to one tower without any additional measures, i.e. a positive load change goes along with a higher load at the optimized tower and, vice versa, a negative value goes along with a negative load. Alterations of the basic force coefficient Δc_{lat} are decisive in this context. Depending on the structural layout they can reach up to -65 per cent. The different forms of attachments only have a minor influence on the vortex shedding frequency, the Sr -numbers largely stays the same. While taking into account structural requirements a partly open enclosure with $\Delta c_{lat} = -20$ per cent was recommended as one possible alteration measure. If applicable, it may be realized through a revolving covered scaffolding of the tower.

Summary

The question whether special wind-engineering related investigations or wind tunnel tests should be recommended or even required in structural design always becomes a topic when wind forces constitute a major part of the overall loads acting on load bearing structures or their components, or may result in a loss of the stable equilibrium. This especially applies for lightweight constructions or flexible constructions that are prone to vibration. Such investigations in a boundary layer wind tunnel require a high degree of accuracy concerning the choice of the similarity conditions that should be taken into account. In this context wind tunnel investigations as the basis for wind load assumptions are demonstrated at different types of civil structures. The paper contains examples on the wind loading and load effects at thin shells of cooling towers affected by interference in a group arrangement, on redistributed snow loading at a large roof of a stadium, and on vortex effects at slender stair towers of boiler houses during the construction phase inclusive potential aerodynamic optimizations. It is shown how wind tunnel tests can lead to an ideal solution when optimising construction costs on the one hand, and safety, reliability and durability on the other hand.

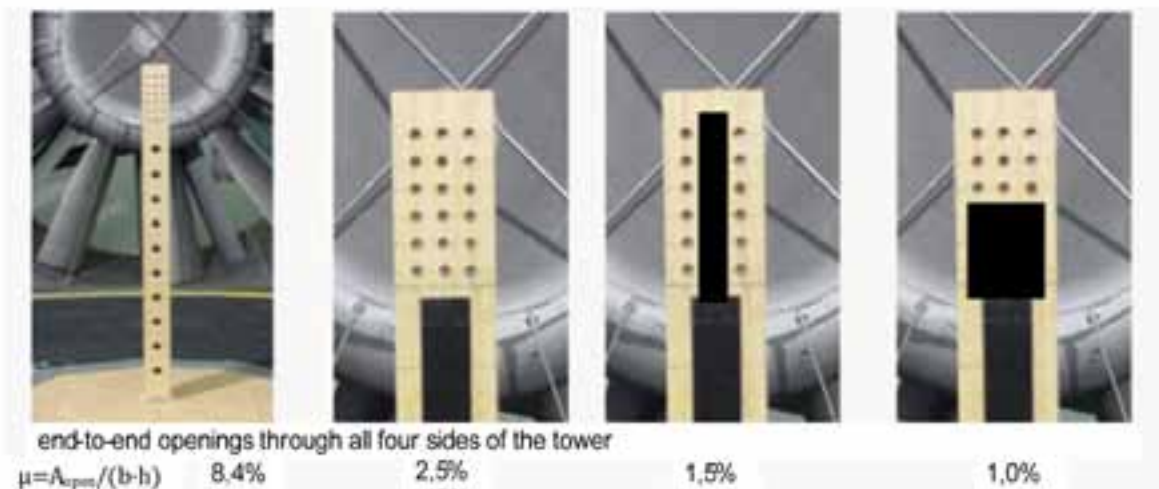
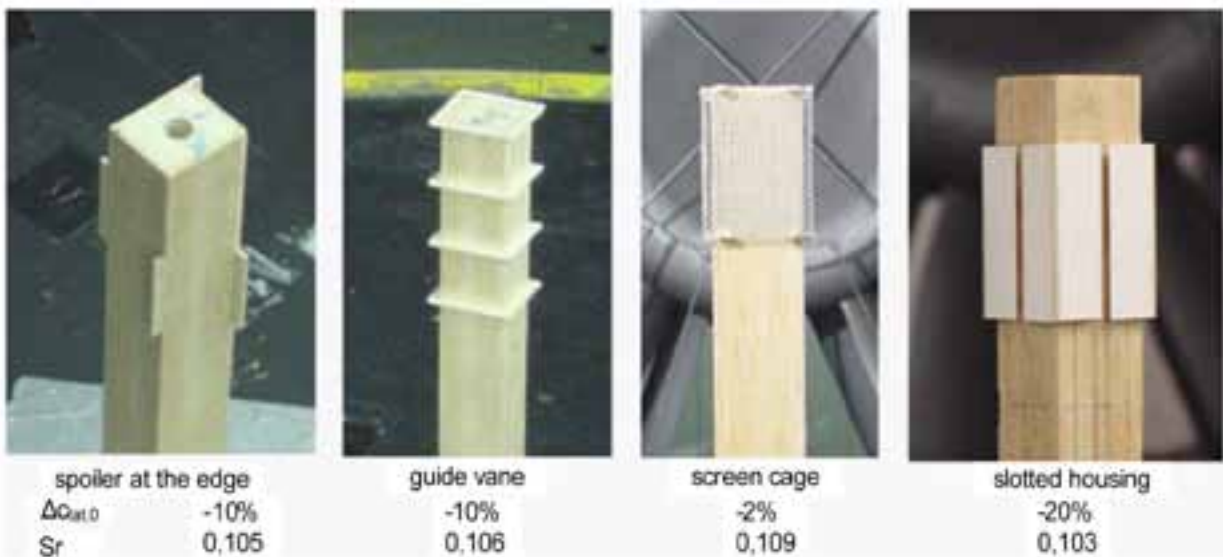


Figure 3.2: Influence of optimization measures on the wind forces due to vortex excitation, aspect ratio $d/b = 1/1$, 12; Slenderness $h/b = 11.2$; (a) aerodynamic optimization based on constructional attachments, (b) aerodynamic optimization based on a refilling of the wake.

References

[1] Windtechnologische Gesellschaft WtG e.V. Deutschland Österreich Schweiz: WtG-Merkblatt über Windkanalversuche in der Gebäudeaerodynamik, Windtechnologische Gesellschaft WtG e.V., Teichstraße 8, 52074 Aachen, 1994

[2] DIN 1055-4:2005-03: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten, Beuth Verlag, Berlin

[3] Hölscher, N., Niemann, H.-J., Höffer, R.: Windeinwirkungen auf Bauwerke im Bauzustand, in: Peil, U. (Hrsg.): „Praktische Anwendungen in der Windingenieurtechnik“, 10. Dreiländertagung D-A-CH .07, Braunschweig, 8-9. Nov. 2007, WtG Berichte Nr. 10, WtG-Geschäftsstelle, Teichstraße 8, 52074 Aachen, 2007

[4] SNIP 2.01.07-85*: Belastungen und Einwirkungen, Stand 2003

[5] VGB PowerTech e.V.: Bautechnik bei Kühltürmen. VGB-Richtlinie für den bautechnischen Entwurf, die Berechnung, die Konstruktion und die Ausführung von Kühltürmen, R610U, vollständig überarbeitete Ausgabe, VGB PowerTech Service GmbH, Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften, 45039 Essen, 2005

Почитувани читатели,

од овој број текстовите што ги добива ПРЕСИНГ од странските експерти заради својата автентичност ќе ги објавува во оригинал, односно на англиски јазик

Јован Пљаков - Rehaу, Скопје
Славчо Ѓоргиев - Експро, Струмица
Блажен Зотоски - Rehaу, Скопје

ЕНЕРГЕТСКИ ВИСОКОЕФИКАСЕН ОБЈЕКТ ЕКСПРО-КЛАСА ПАСИВНИ ОБЈЕКТИ



**ЗОШТО ДА ГРАДИМЕ ПАСИВНИ ОБЈЕКТИ? ЗАТОА ШТО
ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНОТО ГРАДЕЊЕ Е ЕДНА СИГУРНА БАНКА
КОЈА ГО ЗГОЛЕМУВА НИВОТО НА ЕНЕРГЕТСКА НЕЗАВИСНОСТ И ЈА
ЗГОЛЕМУВА ВРЕДНОСТА НА ОБЈЕКТОТ.**

Енергетски ефикасната градба подразбира низа компаративни предности:

БИОЛОШКИ И ЗДРАВСТВЕНИ

Пасивните објекти со својот комфор обезбедуваат во текот на сите годишни сезони удобна температура, свеж воздух со изедначена и регулирана влажност, како и висока заштита од бучава со што обезбедуваат квалитетен и здрав животен простор.

Свежиот воздух се обезбедува континуирано, а влегува термички подготвен преку топлински изменувач воздух-земја. Потрошениот се исфрла по одземање на повеќе од 70% од неговата топлина преку рекуператор, при што не доаѓа до топлински загуби.

Оптималната влажност на воздухот се регулира уште при неговото влегување во топлинскиот изменувач воздух-земја, каде што вишокот влага кондензира, а остатокот, која се создава во просторот, ја акумулираат гипсените површини.

Добрата изолација (без топлински загуби) и системите за површинско греење (под и сид) обезбедуваат изедначена температура во кој било дел од просторот со можност за фина регулација.

Висока звучна заштита и акустика обезбедуваат системите со камена волна кои покрај термоизолациските својства и над 70 децибели заштита однадвор, обезбедуваат и висока заштита од ударен звук во подот и помеѓу просторите во преградните сидови и таваницата. Специјалните акустични плочи Cleaneo истовремено го прочистуваат воздухот од миризби.

ЕКОНОМСКИ

Според својата цена пасивните објекти, во зависност од функцијата (станбен, деловен или др.) имаат повисока инвестициона вредност за 30% до 50%. Но, во текот на експлоатацијата овие објекти обезбедуваат најбрзо враќање на вложените средства, пред сè преку потрошената енергија. За споредба, ќе биде изнесена анализа

на потрошувачката на нафта за греење на 1м² од просторот на годишно ниво:

- Неизолиран објект - повеќе од 300 kWh/m² год. (30 л нафта за греење)
- Изолиран објект со стандарди во регионот - околу 180 kWh/m² год. (18 л нафта)
- Пасивните објекти - до 15 kWh/m² годишно (1,5 л нафта)

Ова покажува дека пасивниот објект „троши“ 20 пати помалку од неизолираниот, а 12 пати помалку од стандардно изолираниот. Ако ја додадеме и потрошената енергија за ладење и вентилирање, многу лесно ќе добиеме износ на потрошени пари и период на враќање на вложеното.

Економската анализа за оправданоста на инвестицијата за објектот ЕКСПРО покажа дека вложените средства се враќаат за 4,3 т.е. за помалку од 5 години.

Калкулацијата е направена со сегашната цена на енергијата која, најверојатно, во наредните 5 години ќе бележи значителен раст.

ЕКОЛОШКИ

Со оглед на многу малата потрошена енергија за одржување, овие објекти имаат најмала можна емисија на штетни гасови, како CO₂. Енергијата која ја користат е од нивната околина, и тоа главно пасивно користење сончева енергија, која е обновлива. Посебно се внимава да биде потрошено што помалку енергија за производство и транспорт на сите материјали кои се вградуват. Овие објекти се вистински пример за филозофијата на одржлив развој, за намалување на емисијата на штетни гасови за спас на планетата. Затоа најчесто се именувани како ЕКОКУЌИ, ЗЕЛЕНИ КУЌИ и сл.

КАРАКТЕРИСТИКИ НА АДМИНИСТРАТИВНАТА ЗГРАДА „ЕКСПРО“ ВО СТРУМИЦА

Реализацијата на вакви објекти е можна единствено со синергија на повеќе стручни дисциплини, знаења, примена на квалитетни материјали и технологии и со учество на



високостручни компании. Во конкретниов случај станува збор за заеднички проект на македонските претставништа на две реномирани австриски компании KNAUF и REHAU, чии системски решенија и применетите иновативни материјали им нудат на архитектите, проектантите, преработувачите и инсталатерите високоефикасни можности за позитивна енергетска евалуација и исплатливи економски решенија.

Објектот „Експро“, неодамна изграден во Струмица, влегува во највисоката енергетски ефикасна класа. Значајно е и тоа што истовремено има и највисока заштита на влијанието врз животната средина, со многу мала емисија на штетни гасови, како јаглероден двооксид (CO_2), на пример.

Класата пасивен го карактеризира како објект со највисока термичка заштита, со многу изолација, без линиски и точкести топлински мостови, форма и ориентација која обезбедува најмалку можни топлински загуби и топлински добивки. Енергијата која ја користи е главно сончева, акумулирана во опкружувањето. Објектот е проектиран и изграден по високите технички барања и стандарди за енергетска ефикасност.

Обвивката на објектот со применетите градежни системи обезбедува висока термичка

заштита и задоволување на вредностите на коефициентите за пасивни објекти:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Надворешни сидови | $U=0.12 \text{ Wm}^2/\text{K}$ |
| 2. Покрив и таван | $U=0.10 \text{ Wm}^2/\text{K}$ |
| 3. Под над терен | $U=0.14 \text{ Wm}^2/\text{K}$ |
| 4. Прозорци и надворешни врати | $U=0.80 \text{ Wm}^2/\text{K}$ |

Надворешните сидови се проектирани и изведени од дрвна конструкција C24 со исполна камена волна густ. 50 kg/m^3 и двослојна дебелина $10 \text{ cm} + 8 \text{ cm}$. Внатрешната страна се состои од KNAUF сидна облога на дрвена конструкција со исполна камена волна густ. 50 kg/m^3 , а дебелина 8 cm со парна брана и двојно обложена противпожарна гипсена плоча. Од надворешната страна е поставена пародифузна фолија и облога од KNAUF гипс фазер градежна плоча $1,5 \text{ cm}$ и KNAUF аквапанел цементна плоча.

Фасадата е од камена волна густ. 90 kg/m^3 изведена во два система. Поголем дел е контактна фасада KNAUF INSULATION со систем ламела дебелина 12 cm и помал дел вентилирана фасада KNAUF INSULATION дебелина 8 cm . Вкупната изолација во надворешен сид е со дебелина од 38 cm .

Формираниот Тромбеов сид дополнително го зголемува процентот на искористеност на



енергијата. Тоа е систем од масивен, црно обоен бетонски ѕид, пред кој има стаклена површина која ја пропушта сончевата светлина, а топлината ја акумулира масивниот ѕид. Создадената топлина ја распоредува по канали во објектот.

Покривот е изведен на принцип на добро вентилирана конструкција. Тој се состои од челични носачи врз кои е поставена дрвена конструкција од 14 см со исполна изолација од камена волна 50 kg/m^3 во двослојна дебелина од 14 см и плус 8 см преку која е поставена водонепропустлива пародифузна фолија. Над неа има дрвена конструкција $2 \times 8 \text{ cm}$ со што се обезбедува добро вентилирање.

Од внатрешна страна покривот е обложен со KNAUF противпожарна облога на дрвена конструкција и исполна од камена волна густина 50 kg/m^3 во дебелина 20 см. Таваницата е изведена со специјална KNAUF Cleaneo акустична плоча која го прочистува воздухот од создадените миризби (лак од мебел, чад и други миризби). Вкупната изолација во покривот и таванот е со дебелина од 42 см.

Тлото на терен е изведено над темелните греди со поставена двослојна изолација XPS, дебелина 12 см. Над неа се наоѓа бетонска плоча 10 см преку која е поставена камена волна со густина 150 kg/m^3 и дебелина 10 см, со парна брана врз која е лиена кошулка фибро бетон 5 см. Пред лиење на завршна течна KNAUF Fliessestrich FE-50 кошулка поставена е камена волна со густина 150 kg/m^3 и дебелина 3 см. Под течната кошулка е поставен REHAU-систем на подно греење и ладење. Вкупната изолација во тлото е со дебелина од 25 см.

Електричното осветлување во објектот во најголем дел се светилки од LED-диоды, кои се најмали потрошувачи на енергија.



REHAU-СИСТЕМИ ЗА ЕФИКАСНО СОЗДАВАЊЕ ЕНЕРГИЈА:

Остатокот од системите за греење и разладување се дел од последната генерација на REHAU, чии системски решенија ги покриваат сите три столба на енергетската ефикасност: ефикасно создавање на енергија, ефикасно користење на енергија и намалување на загубите на енергија. За секој од споменатите столбови на енергетска ефикасност, REHAU има вградено соодветни решенија во првиот нискоенергетски (класа на пасивен објект) во Македонија – објектот на фирмата Експро во Струмица.



REHAU SOLECT е фабрички проектиран и тестиран соларен систем кој е инсталиран на објектот Експро со цел искористување на енергијата од сонцето. Со помош на ЕУ сертифицираните WK сончеви колектори со селективни апсорбери, сончевото зрачење се

искористува за подготовка на санитарна топла вода која се складира во централен бојлер/ резервоар за топла вода. REHAU автоматката SC 100 ја командува работата на пумпната група со што самостојно, без надзор, целосно и безбедно го обезбедува правилното функционирање на целиот соларен систем. Со помош на овој соларен пакет се покриваат повеќе од 70% од годишните потреби за санитарна топла вода на објектот. За искористување на енергијата на тлото/земјата применети се два меѓу себе независни системи:



AKVADUKT TERMO или т.н. топлоизменувач земја-воздух е наменет за контролирана вентилација на објектот. Цевките кои имаат антибактериски слој кој штити од создавање мувла, разни бактерии и непријатни мириси во текот на експлоатацијата се поставени во земја на длабочина 1,5 – 2,0 м при што ја користат константната температура (7°C-12°C) од земјата. Влезниот воздух струи низ систем од цевки и се предгрева (во зима) или се предладува (во лето) и како таков се внесува во објектот. Ефектот во зима може да биде околу 9° C, а во лето и до 14° C. На овој начин, покрај постојаниот дотур на свеж воздух во објектот, се врши и заштеда на трошоците за греење, односно ладење.



REHAU AKVA е топлинска пумпа од серијата вода-вода. Истата е применета на објектот Експро заради задоволување на потребите за греење/ладење на објектот. REHAU-топлинската пумпа го претстаува спојот помеѓу

REHAU-системите за површинско греење/ладење и REHAU-системите за искористување на енергијата на тлото/земјата и сонцето. Во конкретниот случај, топлинската пумпа со помош на бунарската вода, како преносител на топлина, ја презема топлината од

земјата, ја „пумпа“ на повисоко температурно ниво и ја дава „збогатената“ топлина понатаму на системот за греење. Најголем дел од енергијата (повеќе од 80%) која се троши за загревање на објектот доаѓа бесплатно од природата/земјата како регенеративен и непресушен извор на топлинска енергија, додека еден мал дел отпаѓа на електрична енергија. Имено, во нашиот случај, за 1kWh потрошена електрична енергија за работа на топлинската пумпа, истата во објектот испорачува повеќе од 5kWh топлинска енергија за греење. Заштедата е евидентна. Високиот коефициент на полезно дејство на топлинската пумпа, покрај врвниот квалитет и идеалната меѓусебната синхронизираност на вградените компоненти, слично како кај модерните автомобили, на пример, го овозможува високософистицираната и фабрички вградената REHAU-автоматика, која е специјално дизајнирана за потребите на производството на топлинските пумпи.

REHAU-СИСТЕМИ ЗА ЕФИКАСНО КОРИСТЕЊЕ НА ЕНЕРГИЈАТА:



ПОВРШИНСКИ СИСТЕМИ ЗА ГРЕЕЊЕ/ЛАДЕЊЕ (подно, сидно, таванско). Енергијата треба да се штеди, по можност и

да се произведе од регенеративни извори на енергија, но истовремено е исклучително важно и рационално/ефикасно да се користи. Еден систем за греење е дотолку енергетски поефикасен доколку температурата на неговиот работен медиум е пониска или, со други зборови кажано, доколку разликата помеѓу температурата на работниот медиум и проектната амбиентална температура во грејниот простор е најмала. Од овој аспект, површинските системи за греење се енергетски најефикасни. Општо е познато дека истите функционираат при најниска температура на работниот медиум во споредба со сите други во пракса познати системи за греење. Колку за илустрација, влезната работна температура на медиумот за греење на објектот Експро се движи во границите под 35°C. Ова истовремено придонесува за највисок можен коефициент на полезно дејство на топлинската пумпа.



Овој вид спрега агрегат-потрошувач уште повеќе доаѓа до израз во услови на ладење. Работната температура на медиумот кај површинските

системи во услови на ладење е највисока во однос на сите други системи. Уште повеќе, за разлика од воздушните системи, влезната температура на медиумот кај површинските системи (са. 17°C) е повисока во однос на температурата на плото (са. 15°C) која топлинската пумпа ја добива на својата примарна страна. Во такви услови компресорот на топлинската пумпа не е активен и објектот се лади со т.н. „нула kWh потрошена електрична енергија“ (бесплатно). Потрошувачката на циркулационата пумпа и некои други потрошувачи е занемарлива – не е вредна за спомнување. Овој начин на ладење на објектот се нарекува режим на пасивно ладење и е возможен само во услови на примена на површински системи за ладење, како што е случајот на Експро. Заради високото ниво на изолација на објектот во него, во најголем дел потребите за греење/ладење ги задоволува системот за подно ладење. Помали делови од објектот се дополнително третирани со систем за ѕидно ладење во сува градба. Невидливоста на овие системи ја прави нивната примената максимално архитектонски оправдана.

Во објектот Експро е вградена и комплетна REHAU-автоматика за греење и ладење која во спрега со автоматиката на топлинската пумпа обезбедува самостојно функционирање на комплетниот систем за греење/ладење и максимално ниво на енергетска ефикасност.

Енергетски ефикасното искористување на енергијата е во директна спрега со екологијата, како и со сè почестите барањата за повисок квалитет на живеење. Со примена на површинските системи за греење/ладење се постигнува највисоко ниво на комфорт во објектот. Имено, се добива урамнотежена амбиентална температура во секоја точка од просторот, нема струење на воздух, прав и микроорганизми, отсуство на ладни/топли бранови, контролирана

влажност на воздухот во просторијата, а истовремено отсуството на бучава и штетни вибрации обезбедува апсолутен мир – целосно удобен амбиент за живеење. Со еден збор, се избегнува т.н. „Sick Building Syndrom“, кој е карактеристичен за класичните воздушни системи.

За намалување на нивото на бучава во објектот придонесува и инсталацијата на звучно изолиран одвод RAUPIANO плус, кој ги задоволува највисоките барања за бучава во градежништвото 20dB. Истовремено сертифицираниот систем за питка вода RAUTITAN се грижи за безбедноста и високото ниво на квалитет на водата за пиење во објектот.

REHAU-СИСТЕМИ ЗА ЗАШТЕДА НА ЕНЕРГИЈА:



REHAU GENEО-прозорски системи. Покрај нискиот коефициент на термичка спроводливост на надворешните површини (ѕид, таван), како придонес за заштеда на енергијата на објектот Експро се применети

REHAU-прозорските системи од програмата Geneo. Изработени се од материјал Rau-Firgo кој е прв пат применет во прозорската техника. Тој овозможува висока стабилност на прозорците при што се избегнува челичното армирање, карактеристично за класичните ПВЦ-прозорци. Отсуството на челичното армирање, максималното заптивање, како и примената на трослојно т.н. К-стакло го позиционираат REHAU Geneo највисоко во класата на прозорци и е идеален за примена кај пасивни објекти.

Како резултат на обезбедената максимална топлинска заштита и применетите инсталации и опрема за пасивно греење и ладење, со извршените мерења добиена е потрошувачка на примарна енергија за греење помала од 15 kWh/m² годишно. Инсталиран е комплетен мониторинг-систем, опрема преку која се мери и се следи потрошената енергија, надворешната температура, внатрешната во просториите, создадената температура во Тромбеовиот ѕид, влажноста и квалитетот на воздухот. Со тоа ќе може целосно и постојано да се следат, анализираат и проучуваат ефектите од сите инсталирани системи.

ОБРАЌАЊЕ НА ГЕНЕРАЛНИОТ СЕКРЕТАР НА FEANI
НА СВЕЧЕНОТО ДОДЕЛУВАЊЕ НА ПРИЗНАНИЕТО "ИНЖЕНЕРСКИ ПРСТЕН" 2011

ИНЖЕНЕРИТЕ ИМААТ ЕДНА ОД НАЈУБАВИТЕ ПРОФЕСИИ



ЦЕЛОТО СЕМЕЈСТВО НА СЕГАШНИТЕ УЧЕСНИЦИ ВО ИНЖЕНЕРСКИТЕ ДИСЦИПЛИНИ СЕ ПРОЦЕНУВА НА ОКОЛУ 5.000.000 ВО МОМЕНТОТ, ШТО ЗНАЧИ ДЕКА FEANI ГИ ПРЕТСТАВУВА ПРОФЕСИОНАЛНИТЕ ИНТЕРЕСИ НА БРОЈ НА ИНЖЕНЕРИ КОЈ Е ДВА ПАТИ ПОГОЛЕМ ОД БРОЈОТ НА НАСЕЛЕНИЕТО ВО МАКЕДОНИЈА



Почитувани,

Особено сум задоволен да бидам овде на покана на инженерската институција на Македонија. Како генерален секретар на FEANI – Европската федерација на инженери со седиште во Брисел, имав посебно задоволство да ѝ посакам добредојде на македонската делегација на ИМИ во октомври минатата година, како асоцијативна членка во нашата мрежа. FEANI се состои од 31 национална федерација на инженери, а секоја од нив ги опфаќа сите инженерски професии: електро, машински, хемиски, рударски и градежни инженери, архитекти, индустриски... FEANI брои околу 4.000.000 инженери од Европа. Заедно со целото семејство на сегашните ученици во инженерските дисциплини – се проценува на околу 5.000.000 во моментот, што значи дека FEANI ги претставува професионалните интереси на број на инженери кој е два пати поголем од бројот на населението во Македонија.

Имаме одлични односи со Парламентот на ЕУ, особено со Комисијата на ЕУ и нејзините генерални директорати за индустрија, истражување и иновации, образование и култура. Денес интензивно соработуваме со Директоратот “Внатрешен пазар и услуги”, кој во моментот работи на ревидирање на Директивата 2005/36 за признавање на професионални квалификации. Бидејќи инженерството не е регулирана професија во повеќето земји од ЕУ, FEANI разви стручна инженерска картичка, која може да биде вклучена во Директивата како пример за другите професии. FEANI е активен член во Управниот одбор на ЕУ, кој

работи на развој на концептот за професионална картичка за оние професии кои не уживаат “автоматско признавање”. Признавањето на сите други образовни програми и резултати е од клучно значење за реализација на внатрешниот пазар и посебно за мобилност на работната сила, конкретно за мобилноста на инженерите.

Главната цел на “2020 стратегијата” на ЕУ е РАСТ. Оваа цел треба да се постигне преку имплементација на 5 цели:

1. Зголемување на можностите за стапката на вработување
2. Зголемување на инвестициите во R&D
3. Намалување на емисиите на гасови и зголемување на енергетската ефикасност
4. Намалување на бројот на оние кои го напуштаат почетокот на школувањето до 10 отсто од сегашните 15 отсто
5. Намалување на сиромаштијата за 20.000.000 луѓе

Инженерите ќе имаат клучна улога во остварувањето на овие цели, бидејќи кој друг може да обезбеди иновации? Кој друг ќе развие механизми за намалување на емисиите и користење на интелигентни енергии? Која друга професија има толку многу влијание врз квалитетот на животот на толку многу луѓе, ако не ИНЖЕНЕРИТЕ?

Ако во нашето образование продолжиме да се фокусираме на обезбедување на релевантни вештини со висок квалитет и стимулирање на нашите студенти да бидат барани во странство, тогаш нашите млади инженери ќе го достигнат својот целосен потенцијал и значително ќе ги подобрат нивните можности за вработување. Како инженери, тие ќе мора да си го најдат своето место. Овие елементи ќе бидат клучни за професионален успех. Постојаното надградување на нивните вештини ќе ја зголеми нивната можност за вработување, имајќи предвид дека веќе во моментот некои земји во Европа страдаат од значителен недостиг на инженери.

Инженерите ја имаат една од најубавите професии во светот. Со цел да се задржи тој статус, тие ќе треба да продолжат со создавање партнерства и врски со надворешниот свет, со бизниси, истражувања, политика и образование. Со вистински микс на вештини и компетенции, инженерите ќе се осигураат дека целите на ЕУ 2020 стратегијата ќе бидат имплементирани.

infraSTRUCTURE



ДГКМ

ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

MASE

MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

14

МЕЃУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ
INTERNATIONAL SYMPOSIUM

СТРУГА, МАКЕДОНИЈА
STRUGA, MACEDONIA
28. 09 - 01.10, 2011