



## Application Fields of the Thermal Imaging Method

Dimitar DIMOV, Konstantin VELINOV

University of Architecture and Civil Engineering, Sofia, Bulgaria,  
e-mails: [dimg.dimov@gmail.com](mailto:dimg.dimov@gmail.com), [kvelinov@eurocode2.bg](mailto:kvelinov@eurocode2.bg)

### Abstract

One of the sectors that rapidly discovered that thermal imaging can provide valuable information that is practically impossible to capture with any other tool is the building industry. From an exotic technology, thermal imaging cameras have involved to a widespread tool that is used by numerous building inspectors worldwide. A thermal imaging camera can identify problems early, allowing them to be documented and corrected before becoming more serious and more costly to repair. A thermal image provides building experts with important information about the insulation conditions, moisture ingress, mold development, electrical faults, the presence of thermal bridges, the conditions of HVAC systems and authors. In this paper are presented some important applications of thermovision inspection in construction field, as well as some peculiarities connected with interpret the thermal images.

**Keywords:** Building structures, thermal vision inspection, thermal images, field of application

## Области на приложение на термовизионния метод

Димитър ДИМОВ, Константин ВЕЛИНОВ

### 1. Значение и приложение на термовизията в строителството

Инспектирането на сградите чрез използване на термовизионна камера е мощен безразрушителен метод за наблюдение и диагностика на състоянието на сградите. Термовизионната технология стана една от най-ценните диагностични оръдия при инспекцията на сгради. Термовизионната камера може да идентифицира проблемите рано, позволявайки да бъдат документирани и коригирани (отстранени) още преди да са станали по-сериозни и по-скъпи за възстановяване. Диагностиката на сгради с термовизионна камера може да помогне за:

- Визуализиране на енергийни загуби;
- Откриване на липсваща или дефектна изолация;
- Източници на течове;
- Намиране на влага в изолации, в покриви и стени, както във вътрешни така и във външни конструкции;
- Откриване на лошо изолирани площи;
- Локализиране на топлинни мостове;
- Локализиране на течове на вода в плоски покриви;
- Откриване на пробиви във ВиК инсталации;
- Откриване на конструктивни повреди;
- Намиране на грешки (дефекти) в газопроводи и топлопроводи;
- Откриване на дефекти в електрически инсталации.

Термовизионните камери са идеалното средство за локализиране и идентифициране на дефекти в сградите защото те правят невидимото видимо. С

термовизията ти се струва, че проблемите изчезват. Термовизионната камера е единственото средство, което действително ти позволява да видиш всичко.

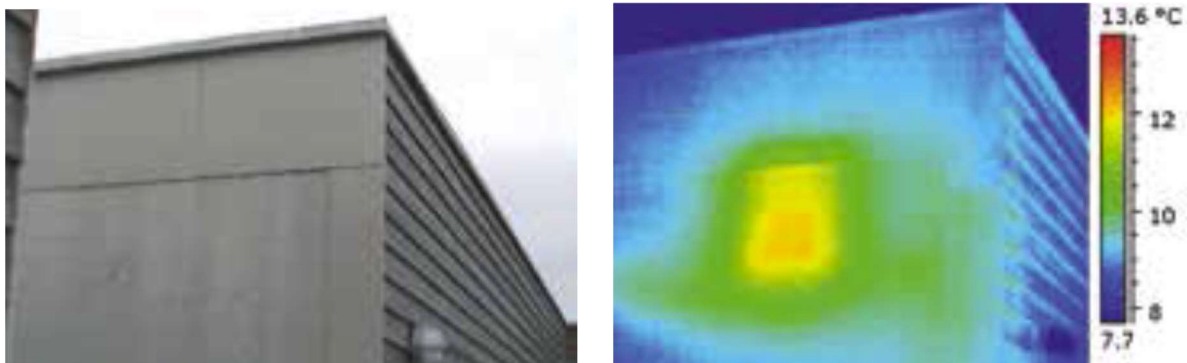
Топлинната картина която включва точни температурни данни, снабдява строителните специалисти с важна информация относно състоянието на изоляциите, достъпът на влага, развитието на язви, електрически дефекти, наличие на топлинни мостове и условията на климатични системи [2, 3, 4].

## 2. Приложения и особености при инспекцията на сгради

Термовизионните камери практически се явяват многостранно оценъчно средство, на което не е възможно да прелистиш всички приложения. Нови и иновативни пътища за използване на технологията се развиват всеки ден. Някои от многото начини, по които термовизионните камери могат да бъдат използвани за прилагане в строителството, са обяснени по-долу [3].

### 2.1 Дефекти на изоляции

Топлинното изображение е явно средство да се локализируют сградни дефекти, такива като липсваща изолация, причини за деламинация и кондензационни проблеми. Тази сграда е по-топла отвътре. Това е сандвич конструкция, бетон-изолация-бетон. Една секция от изолацията липсва, което не е възможно да се установи визуално нито отвън нито отвътре (фиг. 1). Тук термовизията може да види това, което човешкото око не може (фиг. 2).



Фиг. 1 и 2 – Фотоснимка и термокартина на сграда с оградаща стена тип „сандвич“



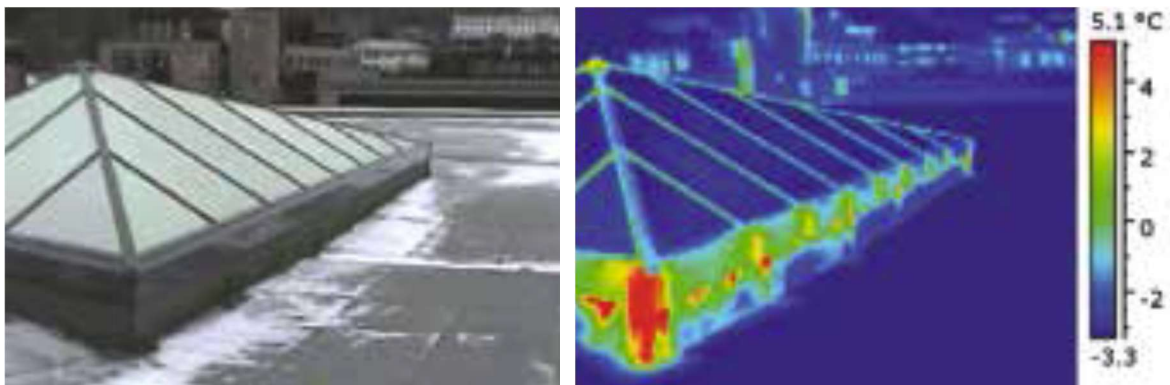
Фиг. 3 и 4 – Фотоснимка и термокартина на рамкова конструкция под външната топлоизолация

Много от секциите на показаната ограждаща рамкова конструкция на сградата от фиг. 3 са с липсваща топлоизолация, което се идентифицира от по-топлите цветове на термовизионната картина (вж. фиг. 4)

## 2.2 Откриване на въздушни изтичания (преминавания)

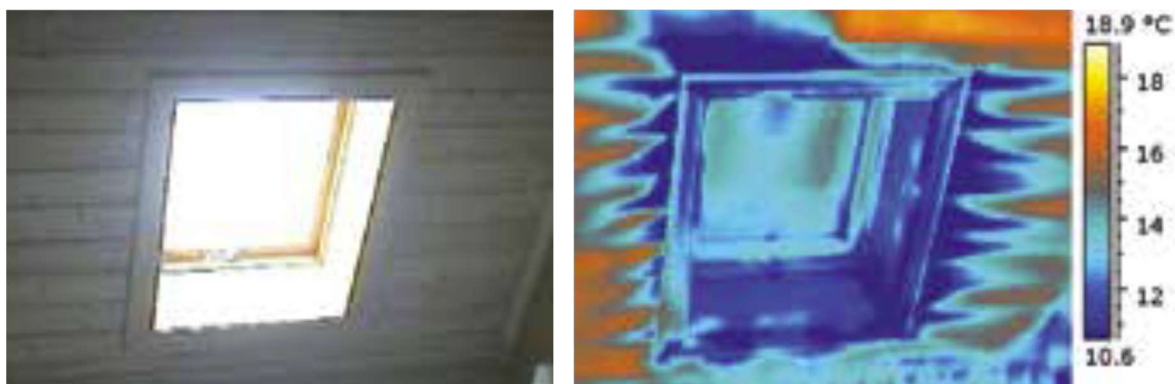
Въздушните преминавания водят до повишена консумация на енергия и често причиняват проблеми на вентилационните системи. Изтичането на въздух може също да доведе до конденз в конструкцията и, когато той се появи, може да влоши вътрешния климат. За да се открият въздушни изтичания с термовизионна камера е необходимо да има разлики както в температурите, така и в налягането.

Стъкленият покрив над атриума от фиг. 5 е водонепропусклив, но неплътен. Топлият въздух излиза поради по-голямото налягане (вж. фиг. 6). Решението се състои в по-доброто уплътняване на фугите на покрива.



Фиг. 5 и 6 – Фотоснимка и термокартина на стъклен покрив над атриум

С термовизионната камера се откриват характерни изображения, които се случват когато студен въздух идва през пробив (отвор) в конструкцията, движещ се по повърхността и охлаждащ долната повърхност (фиг. 7 и 8). Термовизионната инспекция трябва винаги да се прави откъм страната на конструкцията с негативно налягане. Въздушните преминавания често се откриват с помощта на „метода на налягането“ (pressurization), често споменаван като „Blower Door“ тест (духаща врата).

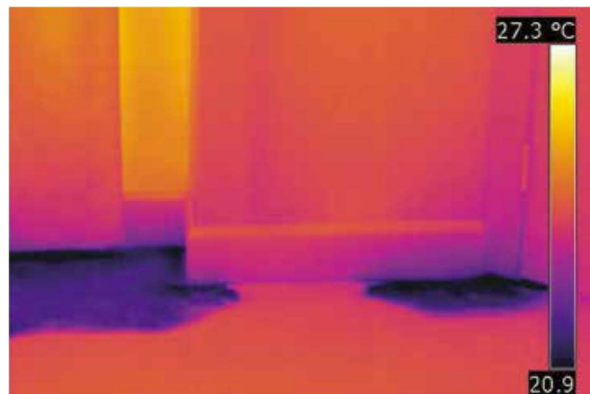


Фиг.7 и 8 – Фотоснимка и термокартина на прозорец в покрива, тип „табакера“

### 2.3 Откриване на влага

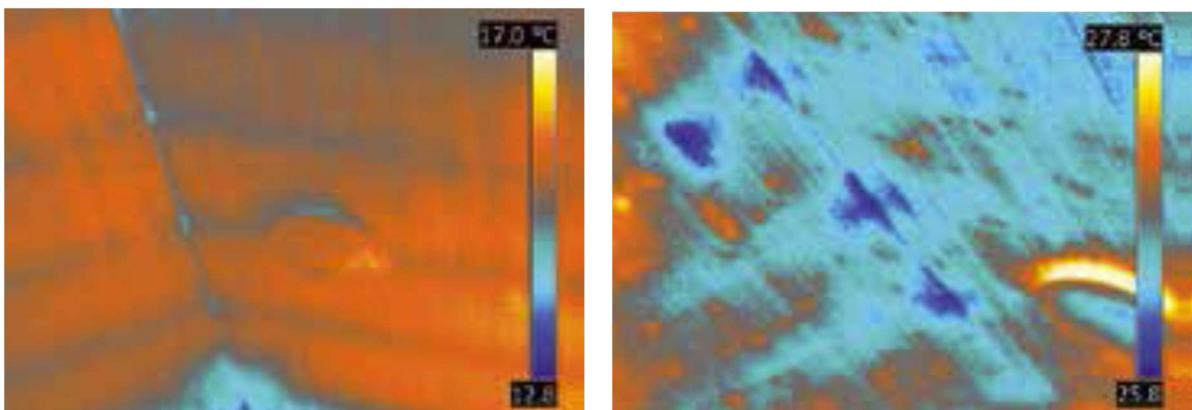
Влагата е най-разпространената форма на влошаване (недостатък) в сградите. Изтичането на въздух може да причини формиране на конденз в стени, подове или тавани. Хидроизолацията поддържа дълго време сухота и основно е предназначена против мухъл и плесен.

Сканирането с термовизионна камера може да локализира влагата която създава среда довеждаща до мухъл. Присъствието му веднага се открива по миризмата, но не се знае къде е формиран. Термонаблюдението може да установи къде са влажните зони (фиг. 9) водещи до значително плесеняване, което освен всичко, може да причини и здравословни проблеми.



Фиг. 9 Досадната влажност в пода е невъзможно да се види с човешко око, но е ясно видима на термокартината

Влажността може да е трудна за забелязване и трикът е да се създаде температурна промяна в конструкцията. Влажните материали тогава ще са ясно видими понеже променят температурата си значително по-бавно от сухите. Докато другите методи само мерят температурата в едно петно, термовизионните камери могат да сканират бързо цялата площ.



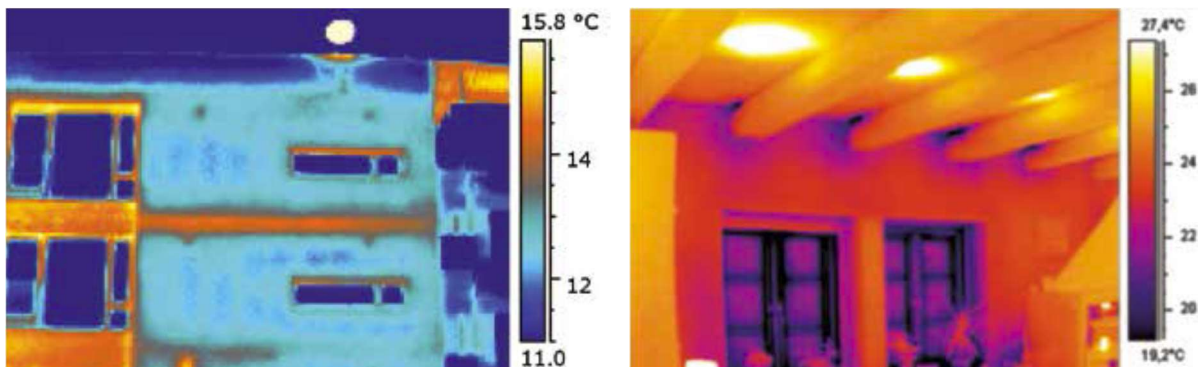
Фиг. 10 и 11 Термокартините са на един и същ таван, но в картината на фиг. 11 температурата в стаята е била променена бързо чрез загряване, което прави влажността по-ясно видима

## 2.4 Откриване на топлинни мостове

Локализирането на топлинни мостове, т.е. откриването на местата в конструкцията където се губи енергия, е другото приложение на термовизията. Термомостът е площ (зона, участък), където обвивката на сградата има ниско термично съпротивление. Това е по причина на някакъв конструктивен недостатък. Топлината ще следва най-лесния път от затопленото пространство навън – пътят на най-малкото съпротивление.

Типични ефекти от наличието на топлинни мостове са:

- Намалване на температурата на вътрешната повърхност; в най-лошите случаи това може да причини кондензни проблеми, в частност в ъглите;
- Значително увеличени топлинни загуби;
- Студени зони в сградите.

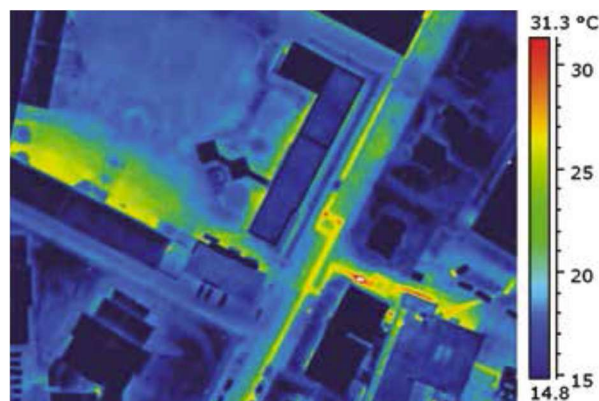


Фиг. 12 и 13. Термоизображения, показващи наличие на топлинен мост на един от етажите (ляво) и наличие на топлинни мостове между покривни греди и съседна оградаща стена (дясно)

## 2.5 Откриване на повреди в снабдителни и централизирани системи

В страните със студен климат, настилките и пространствата за паркиране понякога са отопляеми. Районните отоплителни системи доставят топлина, най-често пара, генерирана в централизирани места за жилищни и търговски отоплителни нужди.

Термографското наблюдение може лесно да открие дефекти в тръбите или проводите на всяка подземна отоплителна система. Термовизионната камера може да помогне да се идентифицира точното място на дефекта, така че ремонтните работи да се минимизират.



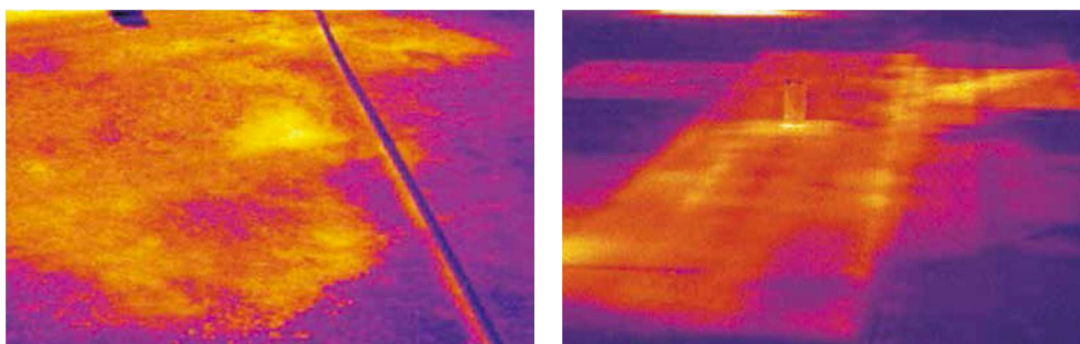
Фиг. 14 Термокартина, направена от въздуха, идентифицираща наличие на течове и повреди в изолацията на районна отоплителна система



Фиг. 15 и 16 Външен вид и термокартина, показваща ясно дефект в централна улична отоплителна система

## 2.6 Откриване на инфилтрирана вода в плоски покриви

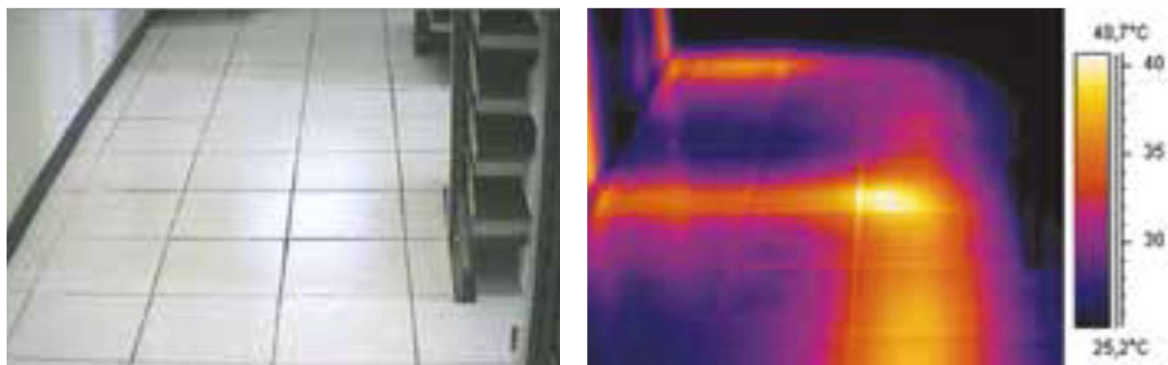
Термовизията е използвана също за откриване на течове на вода в плоски покриви. Водата задържа топлината по-дълго от останалите материали на покрива и може лесно да бъде открита с термовизионна камера по-късно вечер или през нощта, след като покривът се изстуди. Огромни спестявания могат да се реализират чрез поправяне на овлажнените зони, вместо да се поднови целия покрив.



Фиг. 17 и 18 Термокартини, показваща течове (инфилтриране) на води в плоски покриви

## 2.7 Локализиране на течове на подови отопления

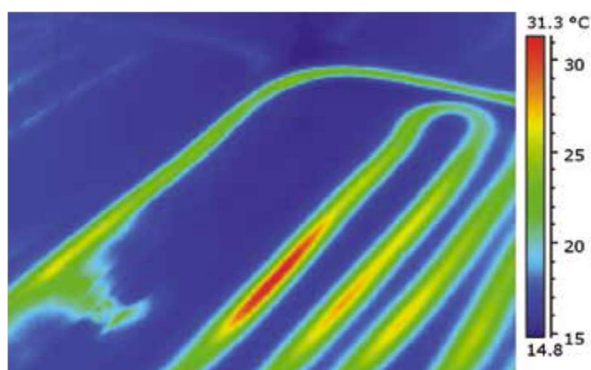
Термовизията е лесно за употреба средство за намиране и проверка на проводи и тръби за течове, дори когато водопроводните тръби са вградени в пода или под мазилката. Топлината на тръбите прониква през повърхността и картината може лесно да се покаже с термовизионна камера.



Фиг. 19 и 20 Общ външен вид и термокартина, показваща проблеми в подовото отопление



**Фиг. 21 и 22 Подобни външен вид и термокартина, показваща също проблеми в подовото отопление**



**Фиг. 23 Термовизионна картина, показваща теч в подова отоплителна система**

## **2.8 Осигуряване на качество**

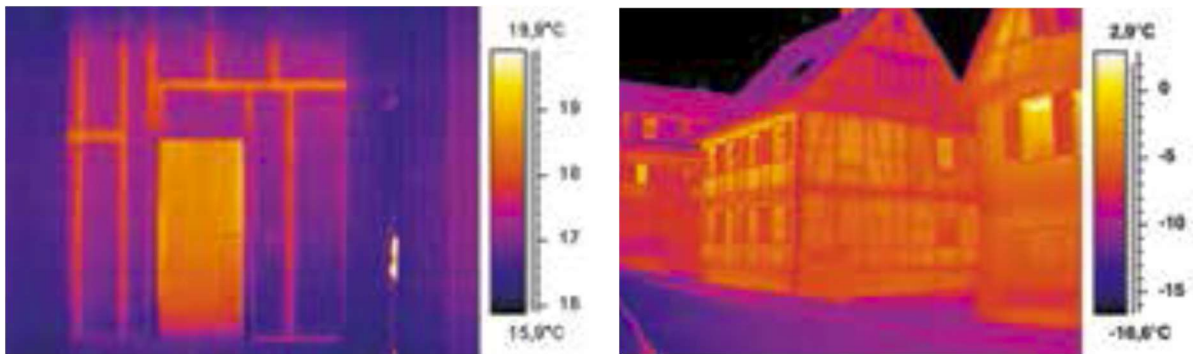
Термовизионната технология е също използвана за осигуряване на качеството и за инспекция на нови сгради.

По време на строителство – изсушаване, термокартините правят възможно да се определи прогресът на процедурите (етапите) на изсушаване, така че да се направят необходимите измервания за да се ускори процесът на сушене.

Ако тези процеси могат да се ускорят и това може да се докаже, с помощта на термовизионна камера, т.е. конструкцията да е напълно суха, сградата може да бъде предадена по-бързо на клиента.

## **2.9 Информация при реновиране на сгради**

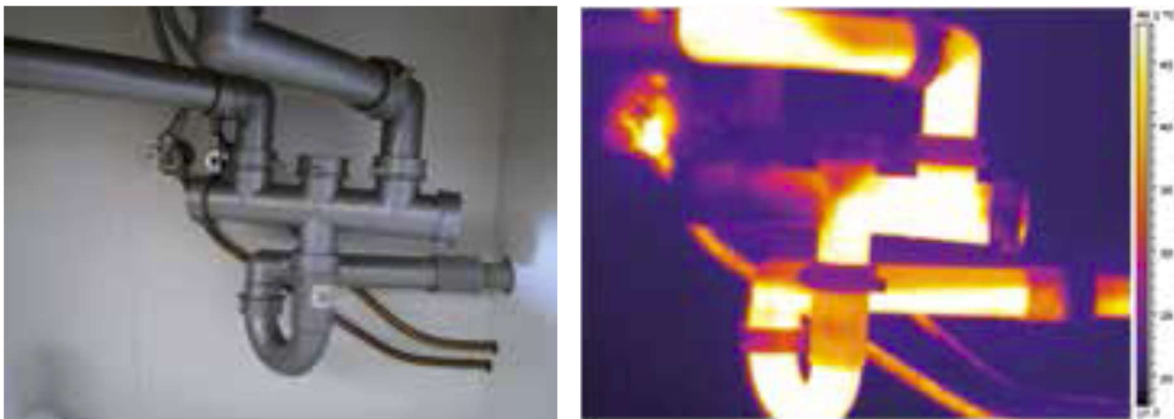
Термовизията може да даде оценъчна информация и по време на реновирането на стари сгради и паметниците на културата. Покритите с минерална мазилка рамкови конструкции могат да станат напълно видими на термоизображението. Тогава може да бъде решено дали откриването на тези конструкции е полезно и необходимо. Премахването на мазилката от стените може също да се локализира в много по-ранен етап, за да бъдат взети предпазни мерки.



Фиг. 24 и 25 Термоизображение на външни стени и фасади на сгради, показващи ясно вътрешно разположените носещи конструкции

### 2.10 Диагностика на водопроводни инсталации

Термовизията е отлично средство за откриване на запушени или спукани тръби и други водопроводни части. Дори ако тръбите са поставени под пода или вътре в стената, става възможно да се установи точното място на проблема имайки топла вода течаща в тръбите. Топлината прониква и проблемният участък става ясно видим на термоизображението.



Фиг. 26 и 27 Откриване на водопроводни проблеми

### 2.11 Диагностика на климатични инсталации

Отоплителните, вентилационни и климатични системи трябва да са добре поддържани. Те трябва да доставят въздух с точно определена влажност и температура и да филтрират всякакви вътрешни замърсители. Термовизията може да помогне да открие дали системите функционират подходящо. Когато работят неправилно могат да влошат качеството на вътрешния въздух.

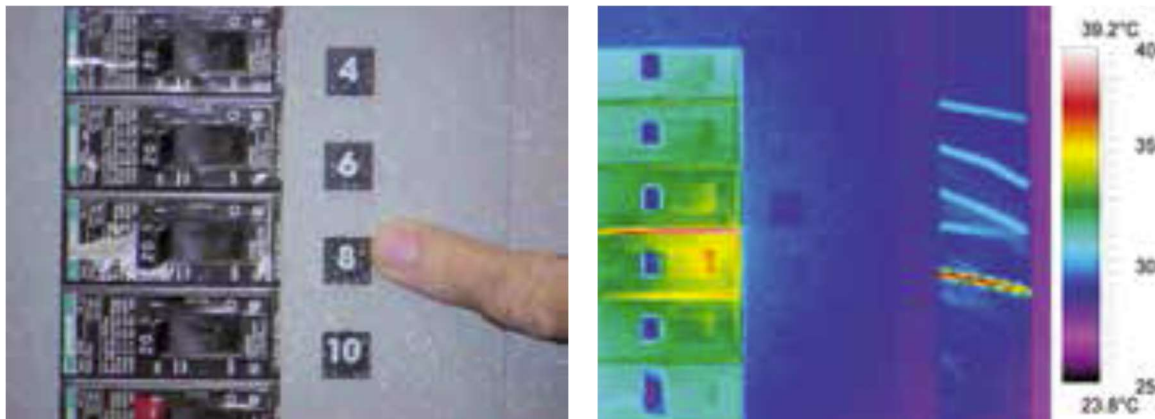




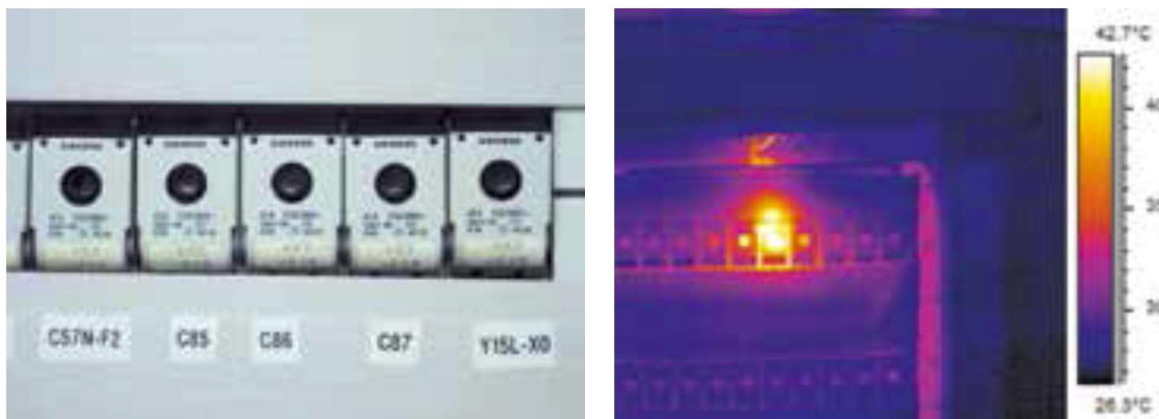
Фиг. 28 и 29 Външен вид и термокартина на недобре функциониращо външно тяло на климатична система

### 2.12 Диагностика на електрически повреди

Всяка сграда съдържа също много електрически инсталации. Термовизията може също да се използва за сканиране на електрическите табла, предпазители (бушони), проводници и пр. Чрез установяване на проблемите, които са невидими за невъоръжено око, повредите могат да се поправят. Ако не са проверени, електрическите неизправности могат да причинят високи температури и/или поява на искри. Освен това искрите хвърчат, което може да предизвика запалване на околната среда.



Фиг. 30 и 31. Външен вид и термокартина на ел. табло



Фиг. 32 и 33 Несмушаващ външен вид (горе) и термоизображение (долу) на прекомерно загрят предпазител с потенциален риск за пожар

### 3. Изводи

През последното десетилетие термографският метод за безразрушителен контрол се разви изключително интензивно, доказателство за което са неговите разнообразни области на приложение, вкл.: всякакъв вид строителни конструкции (носещи, ограждащи и преградни); инфраструктурни обекти; технологични системи и много други.

Във всички случаи обаче контролът с тази техника трябва да се извършва от специалисти с достатъчно познания, не само за работата с ИЧ камери, но и такива за изследваните обекти, които може да са в областта на строителството, машиностроенето и др. отрасли.

Това налага термографският безразрушителен контрол на обектите от първостепенна важност, каквито са корпуси на реактори, газопроводи, топлопроводи, конструкции на сгради и др., да се провежда от съответните инженери, имащи съответен ценз, правоспособност и познания за това и сертификации в съответствие с европейските и ISO стандарти.

### Литература

1. Димов Д., Безразрушителни изпитвания на строителни конструкции, София, „Дайрект Сървисиз“ ООД, 2011.
2. Лужин, О. В., Э. Поль и др. Неразрушающие методы испытания бетона, М., Стройиздат, 1985
3. Thermal Imaging Guidebook for Building and Renewable Energy applications, FLIR Systems AB & Infrared Training Center (ITC), 2011.
4. Petcune N., T. Donchev, D. Wertheim, H. Hadavinia, M. Limbachiya. The use of the IRT to assess Steel and FRP hybrid elements, SMAR 2015 – Third Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures, Kingston University, London, UK.