

ЧАСТ: ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ  
ФАЗА: ИДЕЕН ПРОЕКТ

## ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ

# МОДЕРНИЗАЦИЯ И ВНЕДРЯВАНЕ НА МЕРКИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ В ХУДОЖЕСТВЕНА ГАЛЕРИЯ „БОРИС ДЕНЕВ“ ГР. ВЕЛИКО ТЪРНОВО

кв. 645, УПИ I по плана на гр. Велико Търново



ПРОЕКТАНТ: инж. Велизар Александров

СЪГЛАСУВАЛИ:

КОНСТРУКЦИИ: ИНЖ. Н. НЕДЕВ

ЕЛ. ИНСТАЛ.: ИНЖ. Г. ИЛИЕВ

АС: АРХ. ЛЮБОМИРСКИ

ВИК: ИНЖ. Д. АТАНАСОВА

ПБ: ИНЖ. Д. ИЛИЕВ

2017 година, гр. Велико Търново

Заличена информация на основание чл. 36а, ал. 3 от ЗОП във връзка с чл. 4 от Регламент (ЕС) 2016/679

## ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА

Обект: МОДЕРНИЗАЦИЯ И ВНЕДРЯВАНЕ НА МЕРКИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ в художествена галерия „Борис Денев“ гр. Велико Търново кв. 645, УПИ I по плана на гр. Велико Търново

Част: ЕЕ  
Фаза: ИП

Художествената галерия "Борис Денев" е въведена в експлоатация през 1928 г. През 1985 г. в основно реконструирана и пригодена за картинна галерия.

Сградата е публична общинска собственост.

- Конструкцията на сградата е монолитна от тухлени зидове 45 см и 80 см., стоманобетонни плочи и греди;

- Във функционално отношение, сградата се състои от:

● етаж на кота -2,28 м. - 4 бр. складови помещения, помещение за резервоари, котелно, коридор, работилница, помещение за огняр, баня с тоалетна;

● етаж на кота +0,00 м. - главен вестибюл, 8 бр. изложбени зали, коридор, тоалетни мъже, тоалетна жени, склад, помещение за персонал, 2бр. тераси;

● етаж на кота +4,25 м. - вестибюл, коридор, 8 бр. изложбени зали, тоалетна мъже, тоалетна жени, склад, помещение за персонал;

● етаж на кота +8,50 м. - вестибюл, директор, счетоводство;

● на кота +9,60 м./подпокривно пространство/ - 2бр. машинни помещения, в които са изградени "цирлихти" за горно естествено осветление /състояние: силно амортизирани/;

● етаж на кота +12,55 м. - вестибюл, 2бр. лоджии;

● етаж на кота +16,55 - подпокривно пространство

- Покривите на сградата са 3 вида:

● скатен студен покрив с покритие от медна ламарина върху стоманобетонна плоча и оберлихт. Такъв е покривът над изложбените зали и коридорите на кота +4,25 м. Таванската конструкция е изградена от стоманобетонна плоча по периферията и платна от стъклопакет на алуминиеви рамки /цирлихт/ над изложбените зали и коридорите;

● скатен студен покрив с въздушна междина - покривът на кулата на кота +16,55 м. Покривната плоча е с покритие от медна ламарина върху стоманобетонна плоча;

● Плосък покрив с въздушна междина - 30 см. - покривът на лоджиите.

- Ограждащите стени в сутерена са каменна зидария с дебелина 65 см.

- Облицовката по фасади е изпълнена от бигор, а по цокъл - от гранит.

- Дограмата е двукатна дървена, силно амортизирана. Вратите са дървени - деформирани и износени.

С настоящия проект се предвижда модернизация и внедряване на мерки за енергийна ефективност в Художествена галерия "Борис Денев".

Предвиждат се следните строително-монтажни работи /СМР/:

- полагане на вътрешна топлоизолация по външните стени от XPS с коефициент на топлопроводимост -  $\lambda = 0,027 \text{ W/mK}$ ;
  - демонтаж на съществуваща двукатна дървена дограма и монтаж на нова от ПВЦ със стъклопакет, при запазване на растера и размерите;
  - полагане на вътрешна топлоизолация от XPS с коефициент на топлопроводимост -  $\lambda = 0,027 \text{ W/mK}$  по граничните със земята стени на кота -2,28 м.;
  - демонтаж на съществуващи стъклени пана /цирлихт/ на кота +9,60 м. и монтаж на нови от ПВЦ със стъклопакет, при запазване на същия растер и размери;
  - полагане на топлоизолация от каменна вата - 80 кг/м<sup>3</sup> и циментова замазка върху стоманобетонена плоча на кота +9,60 м.;
  - монтаж на окачен таван тип "Армстронг" в помещенията на кота +8,50 м. /директор, счетоводство/
  - Подмяна отоплителна, вентилационна и климатична инсталация.
  - Подмяна на осветителните тела в сградата.
- Сградата се обитава 8 часа на ден 7 дни седмично от средно 15 посетители и персонал.

**ИЗЧИСЛИТЕЛНИ ПАРАМЕТРИ НА ВЪНШНИЯ ВЪЗДУХ И ПРОЕКТНИ ПАРАМЕТРИ НА ВЪТРЕШНИЯ МИКРОКЛИМАТ**

Сградата се намира в 4 климатична зона - гр. Велико Търново и изчислителните параметри на външния въздух са съгласно спецификацията на зоната.

Среднообемната вътрешна температура на сградата е определена на 20°C.

**ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА РАЗХОД НА ЕНЕРГИЯ И НА ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДА**

**1. Основни положения**

1.1. Методиката е разработена въз основа на БДС EN ISO 13790 и на добрите европейски практики в областта на определяне на годишен разход на енергия за отопляване, вентилация, охлаждане и гореща вода.

1.2. Методиката дава количествена оценка за влиянието на :

1.2.1. топлинните загуби и топлинните притоци от топлопреминаване през ограждащите елементи;

1.2.2. топлинните загуби и топлинните притоци от вентилация вследствие смяната на въздуха в помещенията с външен въздух;

1.2.3. топлинните печалби от слънчевото греене, получени в резултат както на директното слънцегреене през прозрачни елементи, така и на поглъщането на лъчения от непрозрачни елементи;

1.2.4. топлинните загуби от излъчване към небосвода;

1.2.5. топлинните печалби от вътрешни източници, от работата на електрически уреди, изкуствено осветление, от топлопредаването на хората;

1.2.6. ефективността на техническите системи, осигуряващи параметрите на микроклимата.

## **2. Външни климатични условия**

2.1. Показателите за разход на енергия се определят при базови стойности на следните климатични фактори:

2.1.1. средномесечна температура на външния въздух;

2.1.2. средни часови температури на външния въздух за периода на охлаждане;

2.1.3. средночасов интензитет на пълното слънчево греене, определен на база 24 часа;

2.2.4. средномесечна относителна влажност на външния въздух ( за периода на охлаждане);

2.1.5. средночасова относителна влажност на външния въздух ( за периода на охлаждане);

2.2 Базовите стойности на климатичните фактори са определени за девет климатични зони на страната съгласно картата.

## **3. Потребна и първична енергия**

### **3.1. Общи положения**

Изчисляването на разхода на енергия се основава на енергиен баланс на сградата като интегрирана система за периода от време един месец.

Такъв подход налага съвместяване на нестационарни и стационарни компоненти на енергийните потоци по целия тракт – от енергообмена в отопляването и / или охладаното пространство през системата за пренос и разпределение до генератора/ преобразувателя на енергия. Това налага въвеждане на някои специфични определения, с които да се дефинират междинни граници на енергийния баланс. При отсъствие на вътрешни източници / консуматори на топлина необходимата в границите на отопляването или охладаното пространство енергия за подържане на параметрите на микроклимата се нарича „ нетна енергия”. В действителност при реална експлоатация на сградата съществуват източници / консуматори на топлина, които намаляват или увеличават количеството нетна енергия. Количеството енергия, което трябва да се внесе или отведе от отопляването или охладаното пространство за подържане на параметрите на микроклимата, представлява действително потребната енергия. Когато към тази енергия се добавят загубите за преобразуване, пренос и разпределение, които се реализират в техническите системи на сградата, както и енергията за

транспортиране на топлоносителите / студоносителите в тези системи (енергията за помпи и вентилатори), се получава енергията, която трябва да се достави до границите на сградата. Това е брутната потребна енергия за сградата.

Брутната потребна енергия за сградата има еквивалентна стойност на т. нар. „първична енергия“. Това е количеството енергия, получено като сума от доставената енергия и загубите от производството, преноса и разпределението до сградата, т.е. еквивалентното количество енергия, която не е била обект на процес на превръщане и / или преобразуване.

3.1.1. Изчислителният метод за определяне на брутната потребна енергия в сгради се основава на квазистационарен топлинен баланс на сградата, в който динамиката на топлообменните процеси се отчита с коефициенти на оползотворяване на топлинните печалби и топлинните загуби.

3.1.2. При разлика между вътрешните температури в различните отопляеми пространства или различните охлаждаеми пространства на сградата по-малки от 4 К, сградата се разглежда като една топлинна зона със средна обемна вътрешна температура.

Сградата на художествена галерия „Борис Денев“ се намира в гр. Велико Търново - 4 климатична зона

Приложение - климатичните условия на зоната

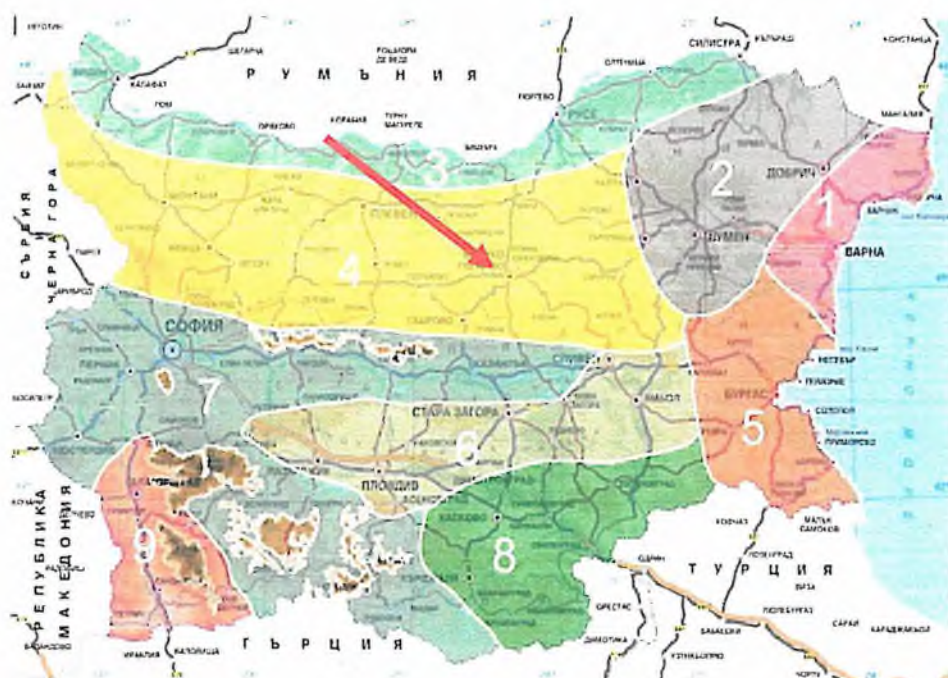


Таблица 1 - от приложение 2

Населено място	Брой отоплителни дни при $t_N$	Денградуси (DD) при:	Брой отоплителни дни при $t_N$	Денградуси (DD) при:
	$\theta_e \leq 12 \text{ }^\circ\text{C}; \theta_{i,N} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$		$\theta_e \leq 12 \text{ }^\circ\text{C}; \theta_{i,N} = 17 \text{ }^\circ\text{C}$	

Гр. Велико Търново	180	2600	180	2240
--------------------	-----	------	-----	------

Таблица 2 - от приложение 2

Климатична зона I	Северна България – централна част											
	Начало: 16 октомври Край: 23 април				Нормативна външна температура				-17 °C			
Стойностен период					t <sub>н</sub> при нормативна температура в стаята t <sub>н</sub> = 19 °C				2700			
	Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	-0,2	1,3	5,7	12,7	17,1	21,1	23,6	23	19,1	12,8	6,2	0,1
Среден интензитет на цялото слънчево греене по вертикални повърхности, W/m <sup>2</sup>												
Север	23,0	33,7	49,0	59,8	75,4	80,9	80,4	74,2	59,0	39,0	24,7	19,7
Изток	40,6	54,9	73,7	76,5	102,0	111,8	114,3	118,0	93,9	63,6	41,5	34,9
Запад	40,6	54,9	73,7	76,5	102,0	111,8	114,3	118,0	93,9	63,6	41,5	34,9
Юг	73,0	87,2	96,1	72,4	83,9	87,9	92,6	115,2	116,2	96,4	71,8	61,0
Нормативна повърхност	50,6	76,5	116,5	135,0	182,9	199,0	204,7	206,8	152,0	91,7	53,7	42,3
Средна месечна относителна влажност, %												
					69,3	69,6	64,7	63,1	67,7			

**4. Определяне на коефициента на топлопреминаване U, [W/m<sup>2</sup> OK] - за различните видове външни стени, подове и покривни конструкции**

**4.1. Геометрични характеристики на сградата.**

Табл.2

Разгъната площ	Отопляема площ A <sub>от</sub>	Отопляем обем бруто, V <sub>е</sub>	Отопляем обем нето, V	Площ на пода	Площ на покрива
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
2391,25	1800	7212	5769	636	636

Съществуващото състояние на сградата е определено в енергийното обследване. Целта на настоящия проект е да оцени проектираните енергоспестяващи мерки, предписани в обследването, да даде структурата на топлоизолационните слоеве и да докаже принадлежността на сградата след изпълнение на енергоспестяващите мерки най-малко към клас „С“.

#### 4.2. Строителни и топлофизични характеристики на стените по фасади.

С цел подобряване на топлофизичните характеристики на външните стени и намаляване на топлинните загуби, се предвижда топлоизолация на стените с мазилка от вътрешната страна. Тъй като сградата е част от групов паметник на културата и е необходимо да бъде запазена външната облицовка, топлоизолацията ще се изпълни от вътрешна страна като се вземат мерки за предотвратяване образуването на топлинни мостове. По този начин няма да се промени изгледа на фасадите. Ще се топлоизолират само стените с мазилка от вътрешната страна. Стените с мраморна облицовка ще се запазят във вида, в който са. С цел запазване на съществуващите мраморни орнаменти около прозорците, съществена част от интериора на залите, ще се монтира топлоизолация тип XPS с дебелина 2 см. и  $\lambda=0,27 \text{ W/mK}$ . Същия ще се шпаклова и боядиса със силиконова боя.

Стените на отопляемите пространства, които са в контакт с външния въздух, са четири типа. Структурите на стените и топлофизичните им характеристики са показани в таблица 3 и таблица 4.

Фасадните стени са от решетъчни тухли с облицовка плочи от врачански/русенски варовик с дебелина 3 см. и вътрешна варова мазилка. Основите на сградата са стоманобетонна конструкция.

Структурите на стените и топлофизичните им характеристики са показани в **таблица 3**.

**Тип 1** Тухла 45см с каменна облицовка от външна страна и мазилка от вътрешната страна и топлоизолация от XPS с дебелина 2 см. и  $\lambda=0,27 \text{ W/mK}$ .

Таблица 3-1

Материал	Дебелина	Топлопроводимост $W/(mK)$	Термично съпротивление $R_{ст} \text{ W}/(m^2K)$	Коефициент на топлопреминаване $U \text{ W}/(m^2k)$
фасадна облицовка - бигор	0,1	0,93	0,1075	
циментово пясъчна подложка	0,05	0,93	0,053763	
плътна тухла	0,45	0,79	0,569620	
вътрешна варо пясъчна мазилка	0,03	0,7	0,042857	
топлоизолация XPS	0,02	0,027	0,74074	
гипсова шпоакловка	0,005	0,19	0,02631	
Съпротивление на топлоотдаване от вътрешната повърхност		1	0,13	
Съпротивление на топлоотдаване от външната повърхност		1	0,04	
			1,710824	0,585

**Тип 2** Тухла 45см с каменна облицовка от външна страна и мраморна облицовка от вътрешната страна. Такъв тип са стените до стълбището на източната фасада на сградата.

Таблица 3-2

Материал	Дебелина	Топлопроводимост $W/(mK)$	Термично съпротивление $R_{ср} W/(mK)$	Коефициент на топлопреминаване $U W/(m^2k)$
фасадна облицовка - бигор	0,1	0,93	0,10752688	
циментово пясъчна подложка	0,05	0,93	0,05376344	
плътна тухла	0,45	0,79	0,56962025	
мраморна облицовка	0,03	3,49	0,00859599	
Съпротивление на топлоотдаване от вътрешната повърхност			1	0,13
Съпротивление на топлоотдаване от външната повърхност			1	0,04
			0,90950656	1,099

**Тип 3** – Тухла 80см с каменна облицовка от външна страна и мраморна облицовка от вътрешната страна.

Такъв тип са стените до стълбището на източната фасада на сградата - партер.

Таблица 3-3

Материал	Дебелина	Топлопроводимост $W/(mK)$	Термично съпротивление $R_{ср} W/(mK)$	Коефициент на топлопреминаване $U W/(m^2k)$
фасадна облицовка - бигор	0,1	0,93	0,10752688	
циментово пясъчна подложка	0,05	0,93	0,05376344	
плътна тухла	0,8	0,79	1,01265823	
мраморна облицовка	0,03	3,49	0,00859599	
Съпротивление на топлоотдаване от вътрешната повърхност			1	0,13
Съпротивление на топлоотдаване от външната повърхност			1	0,04
			1,35254454	0,739

**Тип 4** – Тухла 80см с каменна облицовка от външна страна и мазилка от вътрешната страна.

Таблица 3-4

Материал	Дебелина	Топлопроводимост $W/(mK)$	Термично съпротивление $R_{ср} W/(mK)$	Коефициент на топлопреминаване $U W/(m^2k)$
фасадна облицовка - бигор	0,1	0,93	0,107526882	
циментово пясъчна подложка	0,05	0,93	0,053763441	
плътна тухла	0,8	0,79	1,012658228	
вътрешна варо пясъчна мазилка	0,03	0,7	0,042857143	
топлоизолация XPS	0,02	0,027	0,740740741	
гипсова шпоакловка	0,005	0,19	0,026315789	



Съпротивление на топлоотдаване от вътрешната повърхност		1	0,13	
Съпротивление на топлоотдаване от външната повърхност		1	0,04	
			2,153862224	0,464

**Тип 5** - каменна зидария 65 см, каменна облицовка от външната страна и мазилка от вътрешната стена

**Таблица 3-5**

Материал	Дебелина	Топлопроводимост $\lambda$ W/(mK)	Термично съпротивление $R_{сл}$ W/(mK)	Коефициент на топлопреминаване $U$ W/(m <sup>2</sup> k)
фасадна облицовка - мрамор	0,05	3,49	0,014326648	
циментово пясъчна подложка	0,05	0,93	0,053763441	
каменна зидария	0,65	1,13	0,575221239	
вътрешна варо пясъчна мазилка	0,03	0,7	0,042857143	
топлоизолация XPS	0,02	0,027	0,740740741	
гипсова шпоакловка	0,005	0,19	0,026315789	
Съпротивление на топлоотдаване от вътрешната повърхност		1	0,13	
Съпротивление на топлоотдаване от външната повърхност		1	0,04	
			1,623225	0,616

**Тип 6** – стена към земя

**Таблица 3-6**

Материал	Дебелина	Топлопроводимост $\lambda$ W/(mK)	Термично съпротивление $R_{сл}$ W/(mK)	Коефициент на топлопреминаване $U$ W/(m <sup>2</sup> k)
каменна зидария	0,65	1,13	0,575221239	
вътрешна варо пясъчна мазилка	0,03	0,7	0,042857143	
топлоизолация XPS	0,02	0,027	0,740740741	
гипсова шпоакловка	0,005	0,19	0,026315789	
Съпротивление на топлоотдаване от вътрешната повърхност		1	0,13	
Съпротивление на топлоотдаване от външната повърхност		1	0,04	
			1,555134912	0,643

Обобщение на надземните стени по типове и фасади е направено в **таблица 4.**

Таблица 4

Тип фасада		И	З	С	Ю
Тип I	A, m <sup>2</sup>	458	543,65	158,3	220,43
	U, W/m <sup>2</sup> K	0,58	0,58	0,58	0,58
Тип II	A, m <sup>2</sup>			24,2	13,2
	U, W/m <sup>2</sup> K			1,1	1,1
Тип III	A, m <sup>2</sup>	93,2			
	U, W/m <sup>2</sup> K	0,74			
Тип IV	A, m <sup>2</sup>	30,8			
	U, W/m <sup>2</sup> K	0,46			
Тип V	A, m <sup>2</sup>	18,8	21,78	3,32	3,32
	U, W/m <sup>2</sup> K	0,62	0,62	0,62	0,62

#### 4.3 Строителни и топлофизични характеристики на пода по типове.

В зависимост от предназначението на отделните площи и обеми в сградата е изпълнен под върху земя армирана бетонова настилка с подови покрития циментова замазка. При направения оглед на сградата бяха определени два типа под, както следва:

Тип 1 – Под върху земя. Такъв под е изпълнен в северната и южната част на сградата. В тези помещения е изпълнен дървен паркет върху циментена замазка и стоманобетонна плоча. Двата пода са еднотипни. Изчисленията са единия от тях.

Таблица 5-1

№	Под върху земя	$\delta$	$\Delta$
	Структура I	m	W/mK
1	паркет дървен	0,025	0,23
2	циментена замазка	0,05	0,93
3	стоманобетонна плоча	0,2	1,63
4	баластра	0,2	1,16
	Периметър на пода върху земя P=	40	m
	Площ на пода върху земя A =	87,6	m <sup>2</sup>
	Дебелина на стената над нивото на терена w =	0,65	m
	V =	4,38	m
	dt=	1,985	m
	U=	0,526	m <sup>2</sup> K

Тип 2 – Под на отопляем подземен етаж

Таблица 5-2

Тип 1	Подова плоча граничеща със земя	$\delta$	$\lambda$	Стена под нивото на терена в контакт със земята	$\delta$	$\lambda$	
	Структура	m	W/mK	Структура	m	W/mK	
1	изравняваща замазка	0,04	0,93	каменна зидария	0,65	1,13	
2	бетон	0,2	1,45	вътрешна варо-пясъчна мазилка	0,03	0,7	
3	баластра	0,4	1,16	топлоизолация XPS	0,02	0,027	
				гипсова шпакловка	0,005	0,19	
		$d_f =$	2,27	m	$d_w =$	2,086	m
		$U_{bf} =$	0,33	W/m <sup>2</sup> K	$U_{bw} =$	0,5345634	W/m <sup>2</sup> K
				Стена в контакт с външния въздух над нивото на терена	$\delta$	$\lambda$	
				Структура	m	W/mK	
				фасадна облицовка - мрамор	0,05	3,49	
				циментово пясъчна подложка	0,05	0,93	
				каменна зидария	0,65	1,13	
				вътрешна варо-пясъчна мазилка	0,03	0,7	
				топлоизолация XPS	0,02	0,027	
			гипсова шпакловка	0,005	0,19		
	$U =$	0,41	W/m <sup>2</sup> K				
<p><b>Специфични геометрични размери за изчисляване на коефициента на топлопреминаване през пода при отопляемия подземен етаж за конкретната сграда</b></p>							
Периметър			$P =$	124	m		
Площ			$A =$	514	m <sup>2</sup>		
Дебелина на надземната част на вертикалната стена			$w =$	0,8	m		
Дълбочина на пода под нивото на земята (вкл. долната плоча)			$z =$	2,03	m		
Височина на стената над нивото на терена			$h =$	0,7	m		
Нетен обем на подземната част			$V =$	1245,972	m <sup>3</sup>		

Обобщената информация за типовете под в сградата е дадена в табл. 6.

№	Тип	Под			
		Под граничеш е външен въздух	Под над неотопляем етаж	Под на отопляем сутерен	Под върху земя
1	A, m <sup>2</sup>				87,6
	P, m				40
	U, W/m <sup>2</sup> K				0,53
2	A, m <sup>2</sup>			514	87,6
	P, m			124	40
	U, W/m <sup>2</sup> K			0,41	0,53

#### 4.4 Прозорци и врати

Дограмата в сградата на Художествена галерия „Борис Денев” – гр. Велико Търново е дървена, двукатана в много лошо състояние. Предвижда се подмяна на съществуващата дървена дограма с нова от PVC профили в подходящ цвят и стъклопакет, с обобщен коефициент на топлопреминаване за системата  $U = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$  (петкамерен профил и двоен стъклопакет с нискоемисионно стъкло). Ще бъдат подменени  $157 \text{ m}^2$  дограма. Ще се изработи дограма отговаряща на архитектурния профил на сградата.

Заедно с мярката ще бъдат поставени и подпрозоречни дъски на всички прозорци на сградата.

#### 4.5 Теплофизични характеристики на покрива на сградата.

При огледа са идентифицирани три типа покрив:

Тип 1 – Скатен студен покрив с медна ламарина върху стоманобетонна плоча и атриум. Такъв е покрива над изложбените зали и коридорите на втория етаж. Таванската конструкция е изградена от стоманобетонна плоча по периферията и платна от стъклопакет на алуминиеви рамки над изложбените зали и коридора. По средата на конструкцията е разположен стоманобетонен трегер. Покривната конструкция е скатна като в долната част е съставена от стоманобетонна плоча, а към билото от платна стъклопакет на алуминиеви рамки.

Ще се топлоизолира таванската плоча с 10 см. каменна вата, защитена с армирана циментова замазка. Стъкленият атриум ще се замени със стъклопакет с алуминиеви рамки с прекъснат термомост. Коефициентът на остъкляването ще бъде  $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{.K}$ .

Изчислени са обобщени коефициенти на таванската и покривната плоча на база на действителните коефициенти на топлопреминаване за всеки тип от конструкцията. Изходните данни са:

U бетонова плоча =  $0,296 \text{ W/m}^2\text{.K}$ .

U стъклопакет атриум =  $1,5 \text{ W/m}^2\text{.K}$ .

S бетонова плоча =  $173,75 \text{ m}^2$ .

S стъклопакет =  $72,75 \text{ m}^2$ .

U бетонова покривна плоча =  $3,31 \text{ W/m}^2\text{.K}$ .

U стъклопакет на покривна плоча = 2,00 W/m<sup>2</sup>.K.

S бетонова покривна плоча = 167 m<sup>2</sup>.

S стъклопакет на покривна плоча = 114 m<sup>2</sup>.

Действителният коефициент на топлопреминаване на покривната конструкция ще бъде:

Таблица 7.1

№	Покривна конструкция	δ	λ	Таванска плоча	Δ	λ
	Структура	m	W/mK	Структура	m	W/mK
				стоманобетон	0,3	1,63
1	стоманобетон	0,15	1,63	вътрешна мазилка	0,02	0,7
2	медна ламарина	0,001	380	топлоизолация каменна вата	0,1	0,035
3	0	0	0	армирана циментена замазка	0,05	1,45
<b>Вертикални ограждащи елементи</b>						
1						
				Нетен обем в подпокривното пространство	330	m <sup>3</sup>
				Нетна площ на таванската плоча	257,5	m <sup>2</sup>
				Брутна площ на таванската плоча	257,5	m <sup>2</sup>
				U <sub>1</sub> =	0,65	W/m <sup>2</sup> K
				U <sub>2</sub>	2,812	W/m <sup>2</sup> K
				U=	0,47	W/m <sup>2</sup> K

Тип 2 – Скатен суден покрив с въздушна междина – такъв е покрива на кулата на четвъртия етаж на сградата. Общата площ на този тип покриви е 72m<sup>2</sup>. Покривната плоча е съставена от покритие от медна ламарина върху стоманобетонна плоча. Таванската плоча е стоманобетонна плоча с замазка от долната страна и гранитогрес от горната.

Ще се термоизолира и подовата плоча на кулата на четвъртия етаж чрез изграждане на окачен таван и минерална вата.

Структурата на плочата е показана в следната таблица:

Табл. 7.2.

материал	дебелина; м	топлопроводимост W/(mK)	термично съпротивление Rsl (m <sup>2</sup> K)/W	коефициент на топлопреминаване U W/(m <sup>2</sup> k)
циментова замазка	0,05	1,23	0,04065041	
стоманобетон	0,3	1,63	0,18404908	
вътрешна мазилка	0,02	0,7	0,02857143	
минерална вата	0,12	0,04	3	
гипскартон	0,012	0,21	0,05714286	
Съпр. на топлоотдаване от вътрешната повърхност				0,1

Съпр. на топлоотдаване от външната повърхност			0,17	
			3,58041377	0,279297

Обобщени данни за типовете покрив са дадени в таблица 8.

Таблица 8

Тип	Комбиниран покрив стоманобетон и стъклопакет	Покрив – кула 4 етаж
A [m2]	515	174
U [W/m2 K]	0,47	0,28

Изчисляване обобщен коефициент на топлопреминаване:

$$U_{ob} = (U_{стени} \cdot A_{стени} + U_{покр} \cdot A_{покр} + U_{проз} \cdot A_{проз} + U_{под} \cdot A_{под}) / \Sigma A$$

$$= 0,566 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

## 5. Анализ и оценка на проектните части на системите за производство, пренос, разпределение и потребление на енергия

### 5.1. Топлоснабдяване и вентилация

Съществуващата отоплителна инсталация е изпълнена със стоманени тръби и чугунени радиатори. Същата е захранена от котелно с един брой нафтов котел, монтиран в котелно помещение в сутерена на сградата. Инсталацията не функционира и е невъзможно да бъде ремонтирана.

Предвижда се да се изгради инсталация за отопление и охлаждане на помещенията с водни конвектори за открит подов и висок степенен монтаж и алуминиеви радиатори в санитарните помещения. Вътрешните тела ще се оразмерят по изчисления товар на помещенията. Ще се предвидят два термопомпени агрегата въздух-вода с предполагаема мощност  $Q_{ох} = 84 \text{ kW}$  и  $Q_{от} = 90 \text{ kW}$ . Единият агрегат ще захранва северозападното крило на зградата, а другият – югоизточното. Вътрешните тела ще се монтират в подпокривните пространства на двете крила на сградата, а външните тела ще се монтират на североизточните тераси на третия етаж. Климатичната инсталация ще работи с топлоносител вода  $7/12^\circ\text{C}$  през лятото и  $50/40^\circ\text{C}$  през отоплителния период.

Всеки конвектор ще се управлява с трипътен вентил и контролер с термостат, монтиран в помещението. За управление на трипътните вентили и помпите е предвидено табло КИПиА. Термопомпените агрегати ще се управляват с табло и софтуер на производителя.

В сградата е съществувала вентилационна инсталация само в изложбените помещения и коридорите на втория етаж. Същата никога не е функционирала. Предвижда се да се изгради вентилационна инсталация за

изложбените помещения както на втория, така и на първия етаж. На втория етаж ще се използват съществуващите места на вентилационни решетки за подаване и засмукване на въздуха. Ще се подменят самите решетки. Ще се изградят нови въздуховоди за подаване и засмукване на въздуха. Ще се обособят два самостоятелни клона за вентилация – за всяко крило на сградата. Ще се монтират климатични машини с рекуператор и вградена термopомпа. Ще се предвиди възможност за работа в рециркуляционен режим като подаването на свеж въздух ще се управлява от датчик за въглероден диоксид с цел намаляване на енергийните разходи за затопляне или охлаждане на подавания въздух. В нормални климатични условия вентилационната инсталация в рециркуляционен режим ще осигурява отоплението / охлаждането на изложбените помещения.

#### 5.2. Осветителна инсталация

Съществуващите осветителни тела ще се подменят със осветителни тела със светодиодни светлоизточници.

Интегрираният показател за разход на енергия на сградата ще бъде изчислен в техническия или работен проект.

Изготвил:  
/инж. В. Александров/

