

Обука за енергетски контролори

АНАЛИЗА НА ПОСТОЕЧКАТА СОСТОЈБА НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ НА ЗГРАДИТЕ

Анализа и биланс на потрошувачка на енергија



Ристо В. Филкоски

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Машински факултет

Скопје, Република Македонија

risto.filkoski@mf.edu.mk



СОДРЖИНА НА ПРЕЗЕНТАЦИЈАТА

1. Енергија, основни поими, класификација
2. Основи на поставување енергетски биланс
3. Енергетски биланс на зграда
 - Топлински загуби
 - Топлински добивки
 - Топлински зони
 - Влезни податоци за пресметка
3. Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Енергија, основни поими

Дефиниција – Енергија е способност на одредено тело за вршење работа генерирање топлина и емитирање светлина

Примарна енергија: Енергија содржана во природна форма во носителот на енергија (енергенсот), без процес на трансформација.

Секундарна енергија: Енергија добиена со енергетска трансформација од примарни ресурси (на пр.: лесно течно гориво, бензин, електрична енергија, топлинска енергија и др.).

Финална (непосредна) енергија: Енергијата што доаѓа до крајниот корисник, енергија на границата на системот (зграда). Таа може да биде и примарна и секундарна.

Корисна енергија: Енергијата што може директно да се користи за задоволување на потребите на крајните корисници.

Претворба (трансформација, конверзија) на енергијата: Некои природни форми на енергија може директно да се користат. Други мора да се подложат на одредени процеси на претворба за да се дојде до корисна (употреблива) форма на енергија.

Енергија, основни поими

□ Примарните форми на енергија може да се поделат на:

Конвенционални и неконвенционални форми на енергија (ресурси)

Необновливи и обновливи форми на енергија (ресурси)

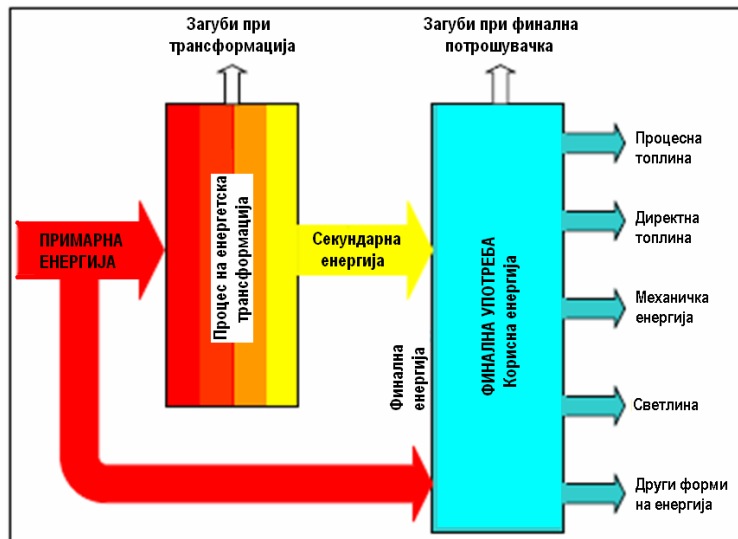
-Конвенционални форми на енергија

јаглен, сурова нафта, природен гас, биомаса
енергија на водни текови (хидроенергија)
нуклеарни горива (уран, ториум, деутериум)

- Неконвенционални форми на енергија

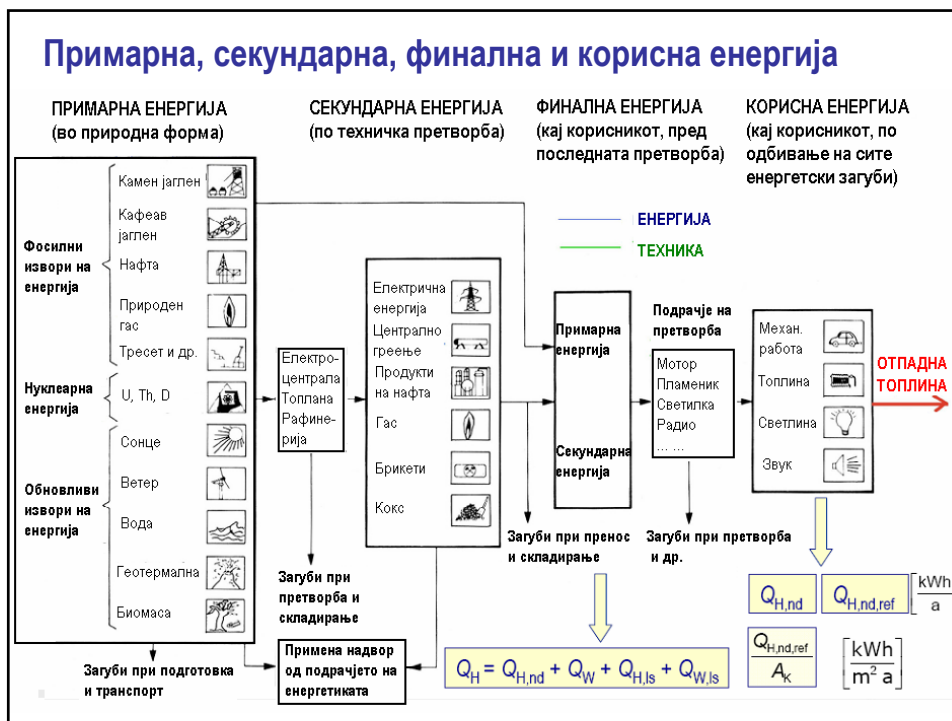
енергија на сончево зрачење
геотермална енергија
енергија на воздушно струење
енергија на големите водени басени (морски бранови, плима и осека)

Примарна, секундарна, финална и корисна енергија



Класификација на формите на енергија





Енергија, некои основни поими

Топлина, специфичен топлински капацитет

Сите тела поседуваат енергија. За да се загрее тело со маса од m kg за температура ΔT , потребно е количество топлина од

$$Q = c m \Delta T$$

каде што c е специфичен топлински капацитет на материјата, кој зависи и од температурата.

- Специфичен топлински капацитет е количество енергија потребно за да се загрее 1 kg (или 1 m³) од некоја материја за 1°C (или 1 K)

Единица: $[c] = 1 \text{ J/kgK, J/m}^3\text{K}$

Што може да се направи со енергија од 1 kWh?



➤ Lifts up 1 ton of steel 367 m!

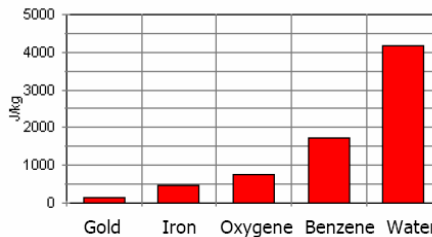


➤ Accelerates a car (1 ton) to approx. 60 km/h (without losses 305 km/h)!



➤ Heats up 1000 l of water by 0.86 °C!

Specific heat capacity



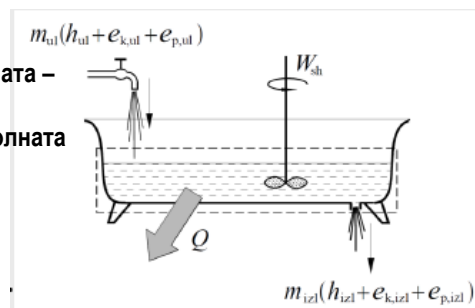


Основи на поставување енергетски биланс

Прв закон на термодинамиката (Закон за одржување на енергијата) за отворен систем

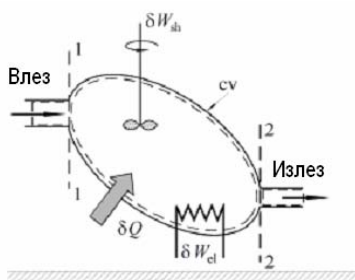
Начини на размена на енергија на отворен (проточен) термодинамички систем со околината

- 1) преку пренос на топлина Q [J]
- 2) преку вршење работа W [J]
- 3) преку размена на материја со околината – најчесто, тоа се манифестира како преминување на флуид преку контролната граница на системот



Основи на поставување енергетски биланс

Отворен систем – контролен волумен

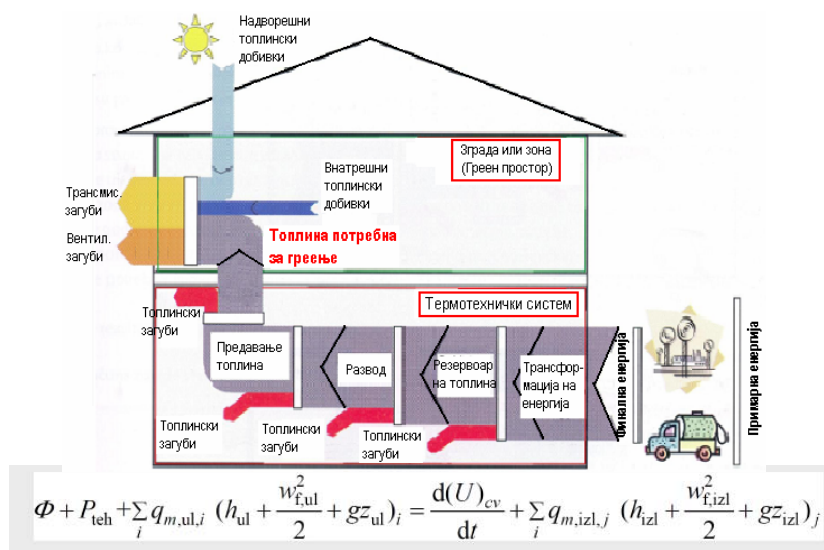


$$Q_{p-k} + W_{teh,p-k} + \sum_i m_{ul,i} \left(h_{ul} + \frac{w_{f,ul}^2}{2} + gz_{ul} \right)_i = (U_k - U_p)_{cv} + \sum_i m_{izl,i} \left(h_{izl} + \frac{w_{f,izl}^2}{2} + gz_{izl} \right)_i$$

$$\Phi + P_{teh} + \sum_i q_{m,ul,i} \left(h_{ul} + \frac{w_{f,ul}^2}{2} + gz_{ul} \right)_i = \frac{d(U)_{cv}}{dt} + \sum_i q_{m,izl,i} \left(h_{izl} + \frac{w_{f,izl}^2}{2} + gz_{izl} \right)_i$$

Основи на поставување енергетски биланс

Отворен систем – контролен волумен



Основи на енергетски биланс на зграда

Основни поими

Пренос на осетна топлина – се манифестира како промена на температурата (на воздухот)

Топлински загуби – одведена топлина од греен простор

Топлински добивки – доведена топлина и извори на топлина во анализиран простор

Греење – пренос на топлинска енергија на простор (воздух) предизвикан со температурна разлика помеѓу изворот на топлина и просторот (воздухот)

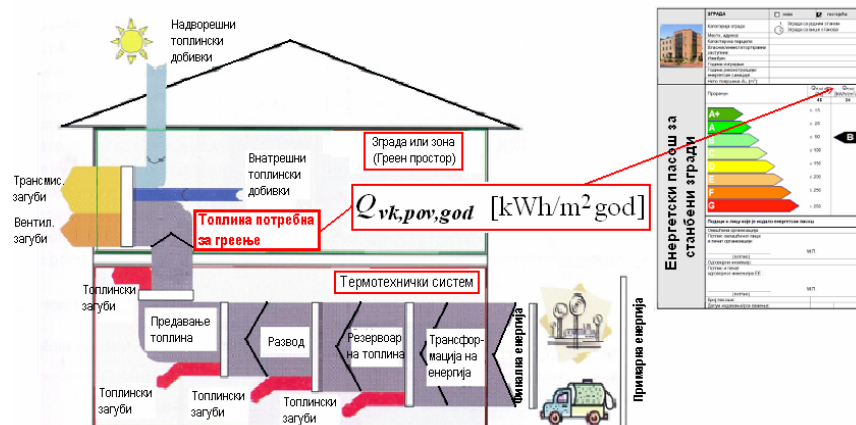
Генерално, еден објект (зграда) е во топлинска рамнотежа доколку важи:

ТОПИНА ЗА ГРЕЕЊЕ + ТОПЛИНСКИ ЗАГУБИ = ТОПЛИНСКИ ДОБИВКИ

- Во пракса, кога се пресметува топлинскиот капацитет за греење, често се пренебрегнуваат топлинските добивки во зимски услови. Тоа значи дека топлинскиот капацитет на системот за греење одговара на пресметаните топлински загуби на зградата.

Основи на енергетски биланс на зграда

Специфични годишни топлински потреби за греење на објект



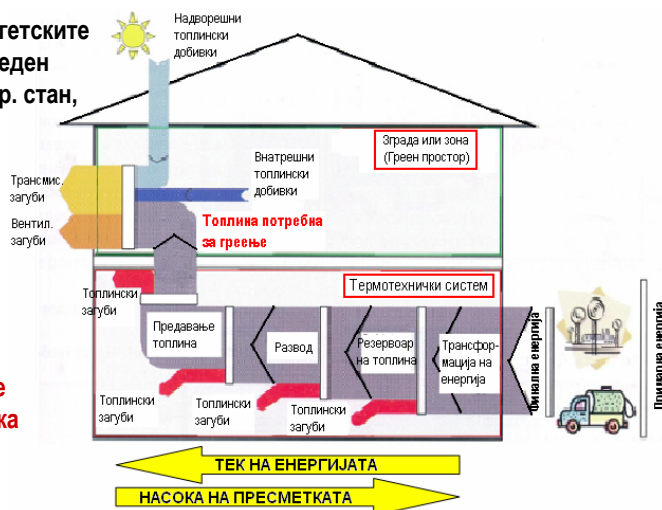
Количество топлина потребна за греење на зградата во текот на една година, сведено на зелената површина на зградата

Основи на енергетски биланс на зграда

Концепт на пресметка на енергија за греење

■ Пресметката на енергетските текови се врши за одреден простор, тн. зона (на пр. стан, зграда и сл.)

■ Пресметката на потребната енергија се врши во обратна насока од текот на енергијата



Основи на енергетски биланс на зграда

Главни чекори од пресметка на енергетски потреби за греење или ладење

1. Пресметка на потребната топлина за греење/ладење што треба да се доведе или да се одведе за да се постигнат бараните услови во просторот.
2. Пресметка на потребната енергија за погон на термотехничкиот систем за доставување на потребната енергија за греење/ладење
3. Енергетски загуби во системот за греење
 - при трансформација на хемиската енергија на горивото во топлинска;
 - при дистрибуција (транспорт на работниот флуид од изворот до грејните тела);
 - при складирање (од резервоарот за топла вода кон околината);
 - при преносот на топлина во греениот простор

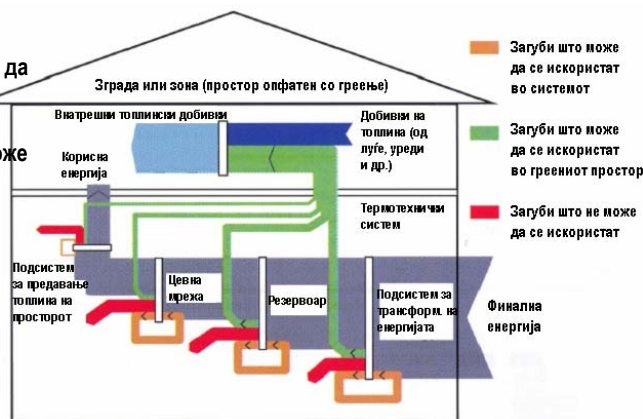
Вкупниот степен на корисност на системот ги опфаќа степените на корисност на котелот, цевната мрежа, системот за автоматска регулација и др.
4. Пресметка на потребната примарна енергија, со примена на фактори на конверзија, во зависност од изворот на енергија

Основи на енергетски биланс на зграда

Влезни параметри за пресметка на енергијата за греење

- Топлински загуби - влезни параметри за дефинирање на енергетскиот биланс на термотехничките системи
- Техничките системи имаат загуби што може да се поделат на три групи:

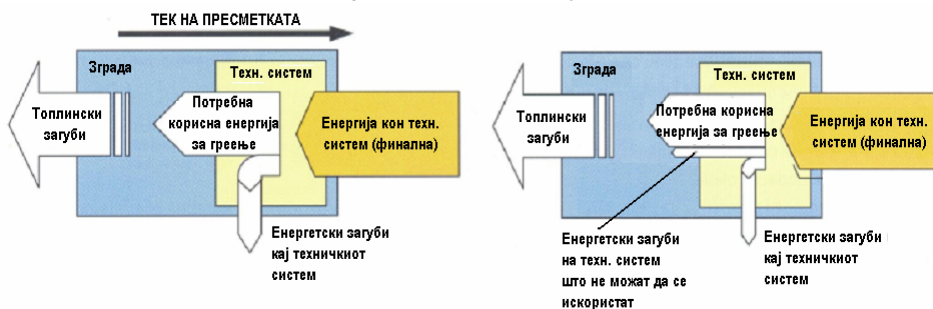
- топлински загуби што може да се искористат во техничкиот систем,
- топлински загуби што може да се искористат во греениот простор,
- топлински загуби што не може да се искористат



Основи на енергетски биланс на зграда

Приказ на енергетскиот биланс

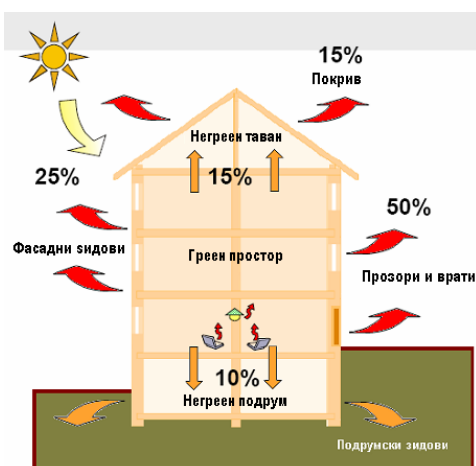
- Дел од топлинските загуби кај техничкиот систем може директно да се искористи во објектот за задоволување на топлинските потреби
- Поради тоа, енергетските биланси на објектот и на техничкиот систем се меѓузависни и пресметката треба да се спроведе со итеративна постапка
- Итеративната постапка овозможува вклучување на интеракцијата помеѓу објектот и техничкиот систем како и помеѓу различни зони на објектот



Меѓузависност и енергетски текови помеѓу објектот и техничкиот систем

Основи на енергетски биланс на зграда

Топлински биланс на објект – топлински загуби и добивки



- Прозорците и стаклените површини – термички најосетлив дел од обвивката, влијаат врз вентилационите и трансмисионите загуби

- Во билансот се земаат предвид добивките на топлина од Сонцето и од внатрешни извори

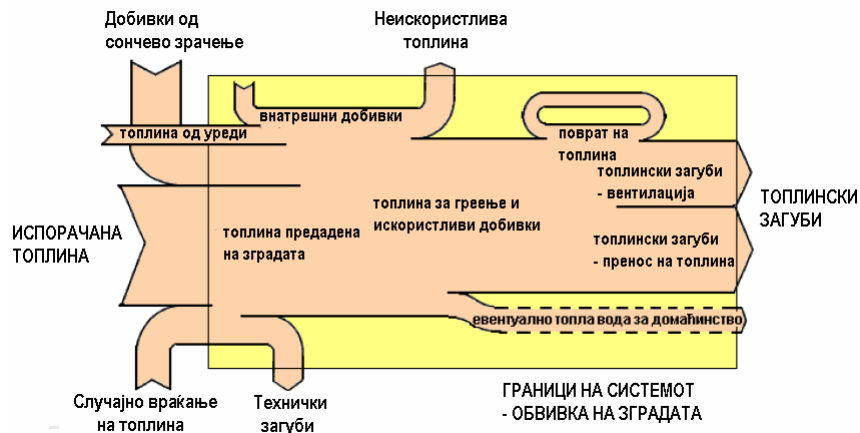
- Системот за греење треба да ги надомести топлинските загуби во текот на целата грејна сезона, преку правилна регулација на топлинскиот учинок

- Изворот за снабдување со енергија треба да биде ефикасен

Основи на енергетски биланс на зграда

Приказ на топлински биланс на објект

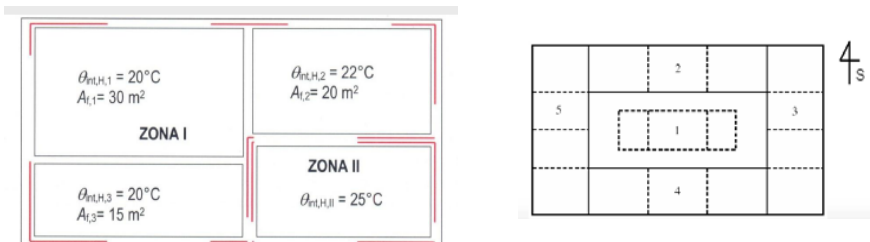
- Топлината што треба да се испорача на објектот за финална потрошувачка, се зголемува поради техничките загуби (во производството, трансформацијата и дистрибуцијата на енергија)



Основи на поставување енергетски биланс

Топлински зони на објектот – проектни услови

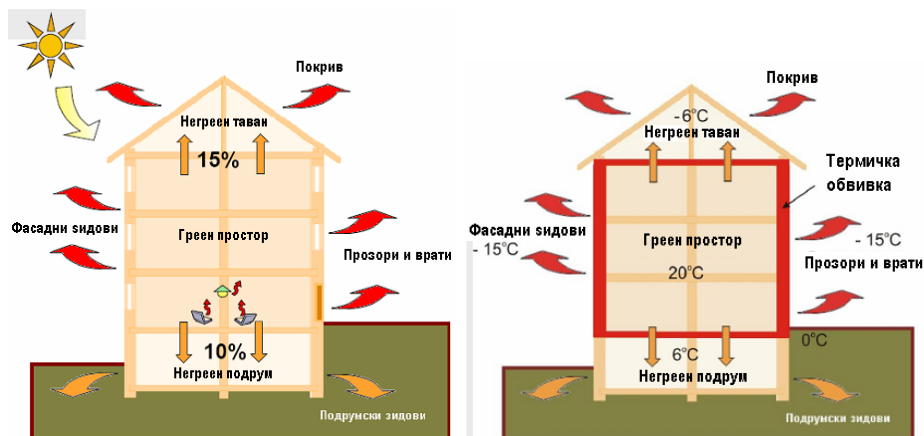
- При проектирање се врши енергетско (топлинско) зонирање, односно групирање на грејните површини според:
 - намената (доколку 10 % или повеќе од површината е за друга намена)
 - режимот и користењето на термотехничките системи
 - внатрешната проектна температура (до 4 K разлика)



- Се спроведува одделна пресметка за секоја зона
- Внатрешната проектна температура се одредува врз основа на намената на просториите, во согласност со условите за постигнување на термички комфор (стандарди EN 15251:2007, EN 7730:1994)

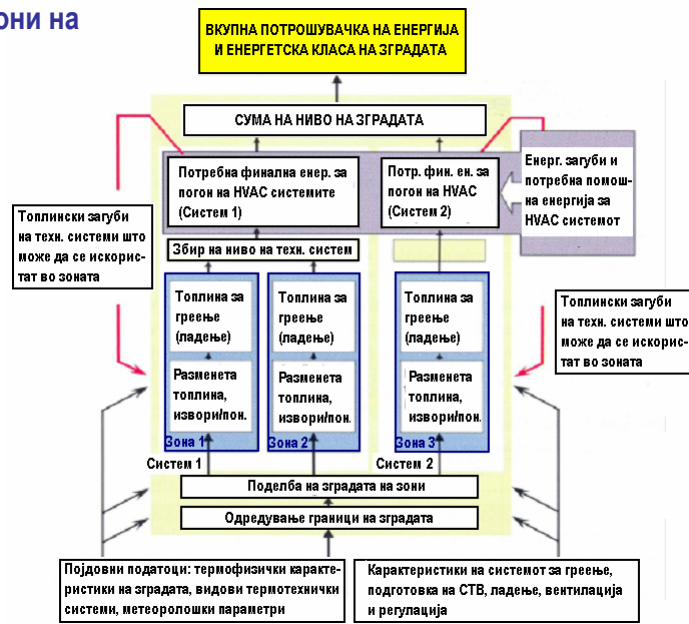
Основи на енергетски биланс на зграда

Дефинирање на зони – контролна граница на зградата



Основи на енергетски биланс на зграда

Топлински зони на објектот



Влезни податоци за пресметка, според EN 12831

- 1) Метеоролошки податоци за поднебјето на локацијата на зградата
 - надворешна проектна температура
 - годишна средна надворешна температура за пресметка на трансмисиjsки загуби
- 2) Внатрешни проектни температури на просториите во зградата
- 3) Податоци за зградата
 - Внатрешен волумен на просторот
 - Површини на сите делови на зградата
 - Коефициенти на пренос на топлина за сите делови на зградата
 - Должински коефициенти на пренос на топлина за сите линиски топлински мостови
 - Должини на линиските топлински мостови
- 4) Податоци за пресметка на вентилациските загуби
 - минимален број измени на воздух во единица време
 - број на измени на воздух на час при разлика на притисок од 50 Pa помеѓу просторијата и околината
 - инфилтрациски проток на воздух поради пропуштање низ обвивката на зградата
 - волуменски проток на доведен воздух во просторот
 - волуменски проток на одведен воздух од просторот
 - степен на корисност на системот за искористување на отпадната топлина од вентилација

Основи на енергетски биланс

Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија во еден објект

- Внатрешна проектна температура
- Климатски фактори, предодредени со локацијата на која што се наоѓа објектот
- Термичка обвивка и геометрија на објектот
- Карактеристики на системот за ГKB (HVAC), изворот на енергија и нивото на автоматска регулација
- Режим на користење и одржување на објектот и на техничките системи
- Експлоатациjsки трошоци, цени на енергенс

Основи на енергетски биланс на зграда

Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Внатрешна проектна температура

- **Внатрешна проектна температура** е зададена температура на воздухот во одредена просторија, која што се користи за пресметка на топлинските загуби и топлинското оптоварување. Се одредува според намената на просторијата
- Внатрешна проектна температура - температурата на воздухот мерена во средината на просторијата на одредена височина од подот, во зоната на престој на луѓето
- За иста просторија во една зграда, внатрешната проектна температура има различни вредности за зимски и за летен период
- Во периодот на грејна сезона облеката на луѓето е прилагодена кон надворешните услови (бездимензионален отпор на премин на топлина низ облеката 1 clo)
- Во летен период, кога е потребно ладење на просторот, внатрешната проектна температура има повисока вредност во однос на периодот на греење. Таа е прилагодена кон надворешните температурни услови и кон сезонскиот карактер на облеката (бездимензионален отпор на премин на топлина низ облеката 0,5 clo)

Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Внатрешна проектна температура – зададена температура на внатрешниот воздух што служи за пресметување на топлинските загуби (и топлинското оптоварување), **EN ISO 13790:2008**

Tip zgrade	1	2	3	4	5	6	7	8	9) Ostale zgrade				Jedinica
Ulazni podaci	Stanbena zgrada sa jednim stanom	Stanbena zgrada sa više stanova	Poslovna zgrada	Zgrade namenjene obrazovanju	Bolnice	Restorani	Trgovinski centri	Sportski centri	Sale za sastanke i prezentacije	Industrijske zgrade	Skladišta	Unutarnji buzeni	
Unutrašnja projektna temperatura za zimski period	20	20	20	20	22	20	20	18	20	18	18	28	°C
Unutrašnja projektna temperatura za letnji period	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	28	°C
Površina po osobi (zauzetost)	60	40	20	10	30	5	10	20	5	20	100	20	m ² /per
Odavanje toplote po osobi	70	70	80	70	80	100	90	100	80	100	100	60	W/per
Odavanje toplote ljudi po jedinici površine	1,2	1,8	4,0	7,0	2,7	20	9,0	5,0	16	5,0	1,0	3,0	W/m ²

Основи на поставување енергетски биланс

Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Термички параметри на средината

- температура на воздухот во анализираниот простор
- температура на околните површини
- релативна влажност на воздухот
- брзина на струење на воздухот

Влијание на субјективни фактори

- степен на физичка активност
- карактеристики на облеката (степен на облеченост, во зависност од намената на просторот, вообичаените практики, навиките итн.)
- здравствена состојба
- возраст и други особености (дали објектот е со специфична намена?)
- пол, телесна тежина итн.

Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Степен на физичка активност

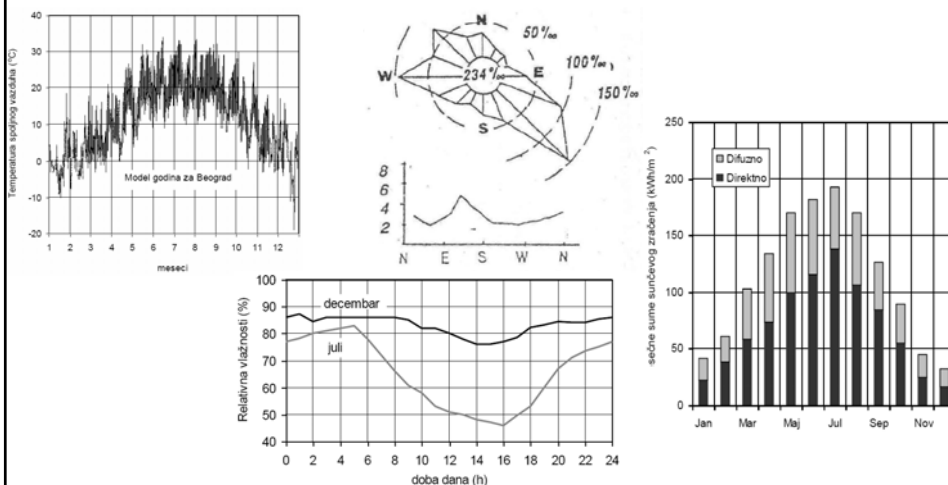
Мерка за физичка активност на човекот што одговара на оддавање на топлина на човек, $1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2$ од површината на телото.

Активност	Оддавање топлина	
	met	W
спиење	0,7	75
седење	1,0	105
одење со брзина 3,2 km/h	2,0	210
одење со брзина 6,4 km/h	3,8	400
канцелариска работа	1,0 – 1,4	105 – 150
работа во домот	2,0 – 3,4	210 – 355
танцување	2,4 – 4,4	250 – 460
кошарка	5,0 – 7,6	580 – 800
максимална (краткотрајна)	11,5	1200

Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Климатски фактори

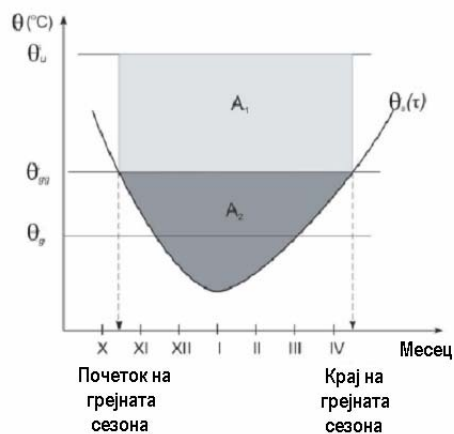
Годишна промена на температурата на воздухот, релативната влажност, инсолација, интензитет на дозрачена енергија на сончево зрачење, изложеност на ветер, други одлики на локацијата на објектот



Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Надворешна проектна температура

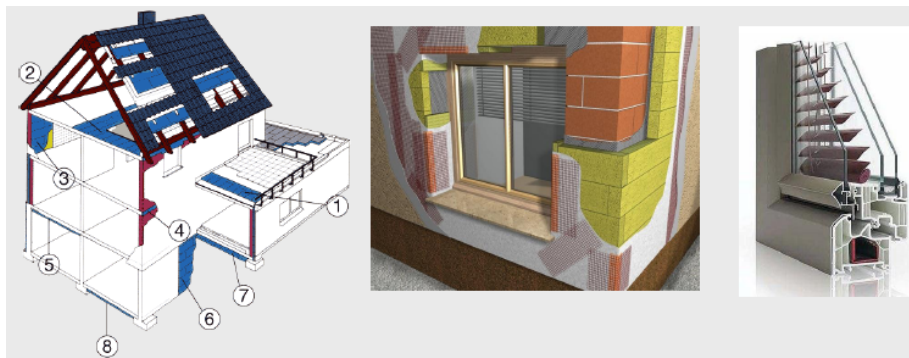
- Број на степен денови HDD (Heating Degree Days)



Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Термичка обвивка на објектот

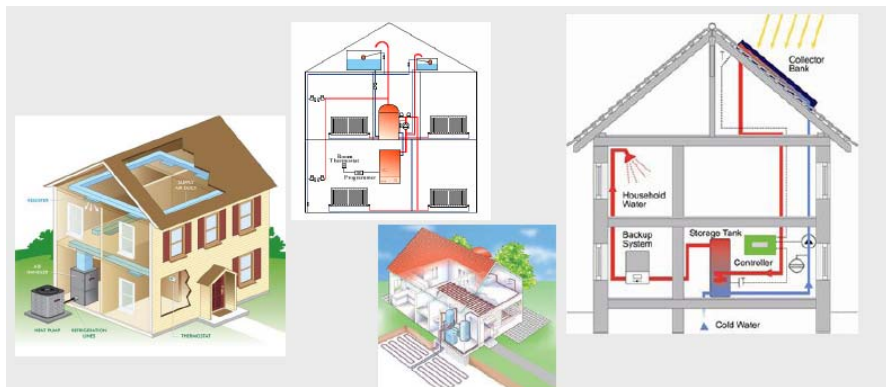
- Термичката обвивка, геометријата на објектот, положбата во однос на страните на светот, изложеноста на Сонцето и карактеристиките на воздушното струење директно влијаат врз енергетските потреби на зградите.
- Подобра термичка изолација, поквалитетни прозори и врати, помал фактор на формата → помала потребна инсталирана моќност за греење!



Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Избор на систем за греење, климатизација, вентилација и на пратечката опрема

- Добро проектиран систем, соодветно избрана опрема, вкл. извор за снабдување со енергија, соодветна автоматска регулација = значајни заштеди на енергија



Параметри што влијаат врз потрошувачката на енергија

Редовно одржување на објектот и на системите во него

- За да се задржат задоволителни енергетски перформанси, неопходно е да се врши редовно и правилно одржување на објектот и на системите во него.
- При проектирање на нови системи, како и при изведување на проекти за реконструкција, составен дел од процедурата е спроведување техноекономска анализа – согледување на инвестициските и експлоатационите трошоци низ животниот век на проектот.
- Диспаритет на цени – услов за нерационална потрошувачка на енергија!

