

UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMISOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCTII

**OPTIMIZAREA SI MODERNIZAREA SISTEMELOR DE INCALZIRE
NOTE DE CURS**

ANUL II OMSI

Conf.dr.ing. Emilian Stefan Valea

2014-2015

Folosirea eficienta a instalatiilor de incalzire

Reducerea consumurilor energetice si optimizarea utilizarii energiei deja reduce.

Rezulta reducerea energiei in cazul instalatiilor de incalzire ne referim la cele 2 componente care compun necesarul de incalzire: pierderile de energie catre exterior respectiv incalzirea aerului infiltrat in interiorul cladirilor

Reducerea pierderilor inseamna aprecierea la fiecare element de anvelopa a rezistentei termice; in general acestea sunt compuse din cate 3 straturi, cel putin dintre care 1 este strat izolator, care se pozitioneaza in mijlocul elementului de anvelopa.

Pentru fiecare perioada de timp rezistentele termice minime obligatorii au devenit din ce in ce mai mari astfel incat in etapa actuala de proiectare trebuie sa se respecte OMD cu privire la C107/2005.

In continuare se doreste reducerea consumurilor de energie, se pot izola suplimentar elementele de anvelopa la exterior pana la obtinerea unui consum redus de energie(casa pasiva).

Pierderile prin transmisie ale caldirii se refera la constructia ferestrelor , cele mai moderne cu 2-3 straturi de sticla termorezistenta intre care se realizeaza vid si se introduce gaz inert de obicei argon. Se obtin astfel rezistente ale tamplariei (ferestre/usi) de minim $0,77 \text{ m}^2\text{K/W}$

Prin inlocuirea tamplariei din lemn cu tamplarie dotata cu sticla termorezistenta se obtine si un alt efect, aceste ferestre si usi termoizolante sunt dotate cu garnituri de etansare ceea ce face ca infiltratiile de aer care trebuie incalzit sa se reduca prin reducerea numarului de schimburi de aer / ora.

Cu aceasta se realizeaza si a doua componenta a necesarului de caldura, reducerea incalzirii infiltratiilor de aer (reducerea energiei pentru incalzire).

Mentiune: in zonele puntilor termice constructive cand pierderile devin mai mari decat cele prin rezistente unidirectionale daca grosimile sunt diferite (mai mici) si respectiv daca s-au incastrat in elemetele de anvelopa materiale cu conductivitate termica sporita

Puntile termice geometrice sunt cele care apar in cazul inegalitatii dintre suprafetele interioare si exterioare ale caldirii (colturile incaperii) la locul de intersectie a 2 sau 3 planuri.

Pentru puntile termice trebuiesc luate masuri speciale din etapa de proiectare in asa fel sa se reduca pe cat posibil pierderile iar in cazul reabilitarii cladirilor atunci cand se face izolarea suplimentara se pot prevedea grosimi suplimentare de izolatia termica in zona puntilor termice.

Daca in cazul constructiilor trebuie sa intervenim pt micșorarea necesarului de caldura, in cazul instalatiilor (de incalzire) trebuie sa actionam pentru cresterea eficientei energiei utilizate.

Se realizeaza prin sporirea schimbului de caldura intre agentul termic in interior (prin curatarea corpurilor de incalzire), reglaj corespunzator , inlocuirea robinetilor vechi cu robineti cu dublu reglaj noi (eficienti), sau inlocuirea robinetilor cu robineti cu cap termostatat, montarea in spatele radiatoarelor a saltelelor din material izolant (minim 3cm grosime), dar este recomandabil sa fie salteaua infasurata in folie de aluminiu pe interior pentru a reflecta caldura catre incapere.

Daca ne referim la caldiri cu mai multe apartamente este recomandabil ca dupa reabilitare sa se monteze in bransamentul de incalzire un regulator de debit comandat de senzor de temperatura exterioara (se adapteaza debitul de agent furnizat cladirii).

Se mai poate monta diafragma de laminare care are rol de a reduce debitul de agent.

Daca normatul de incalzire SN 1907/2 defineste in functie de destinatie anumite temperature, este recomandat sa se calculeze reducerea de agent termic in asa fel incat sa se obtina temperatura interioara in incaperi care sa nu scada sub 23 grade C

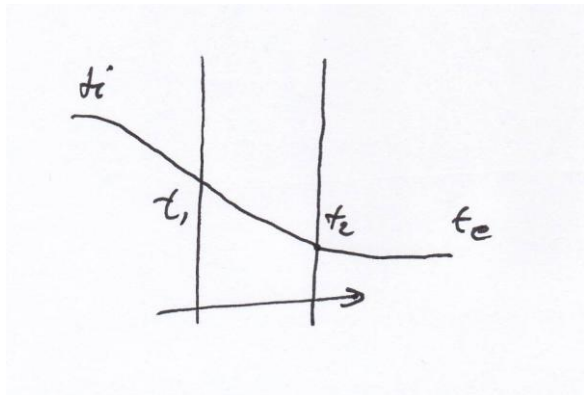
La nivelul caldirilor, energia se poate economisi in mai multe feluri:

- prin sporirea izolarii termice a cladirii
- prin utilizarea eficienta a energiei furnizate
- prin combinatii dintre acestea

Gradul de izolare termic al cladirilor - normativele de proiectare au prevazut din 5 in 5 ani masuri mai drastice referitoare la izolarea cladirii.

Cu cat este mai bine izolata cladirea, consumul energetic pentru incalzire este mai mic si perioada de incalzire mai redusa.

Exista degajari de caldura de la ocupanti, aparatura, dar si aporturi de energie solara cu atat mai mari cu cat suprafata vitrata este mai mare. Cu cat acestea asigura temperatura normala in incapere, cu atat necesarul de caldura al surselor de incalzire este mai intarziat. Daca la o caldire bine izolata necesarul de incalzire este la o anumita temperatura exterioara, la o cladire mediu sau prost izolata necesarul de energie pentru incalzire va fi la temperaturi mai ridicate exterioare.



In timp scurt temperaturile importante de pe traseu nu se modifica => regim permanent

$$q = \frac{t_i - t_1}{R_i} = \frac{t_1 - t_2}{R_p} = \frac{t_2 - t_e}{R_e} = \frac{t_i - t_e}{R_T}$$

$$R_T = \frac{t_i - t_e}{q}$$

$$R_T = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$\text{vara } \alpha_i = 8$$

$$\alpha_e = 24$$

$$\text{iarna } \alpha_i = 8$$

$$\alpha_e = 12$$

$$t_1 = t_i - \frac{R_i}{R_T} (t_i - t_e), \quad t_1 > t_r$$

$$R_i = \frac{t_i - t_e}{t_i - t_1} R_T, \quad t_i > t_r$$

Gradul de izolare al unei cladiri se aprecieaza cu coeficient global de izolare termica G.

$$G = \frac{\sum(L_i \tau_i)}{V} + 0,34 \text{ n}$$

L= coeficient de cuplaj al unui element de anvelopa

$$L = \sum UA$$

U= transmitanta

$$U = \frac{1}{R}$$

τ – coeficientul de corectie al temperaturii in functie de temperatura aerului

$$\tau i = \frac{t_i - t_u}{t_i - t_e}$$

t_u = temperatura cu care se invecineaza elementul de anvelopa

G are semnificatia fizica a unui coeficient de schimb de caldura; dpdv al pierderilor de caldura Q trebuie sa fie cat mai mic

$$0,34 = C_p \delta_{aer} = 1000 \text{Ws/m}^3\text{K} \cdot 1,23 \text{ kg/m}^3 \cdot 1/3600 \text{ s} = 1230/3600 = 0,34$$

$n = 1/h = h^{-1}$ (nr de schimburi de aer pe ora)

v= viteza de schimb a aerului cu exteriorul

$v = 0,5 \dots 1$ depinde de gradul de etanseitate al cladirii , gradul de adapostire fata de curentii exteriori de aer si valorile acestui coeficient - > C107/1 - 2005.

G tine cont si de existenta punctilor termice prin faptul ca in calculul elementelor de cuplaj L_i , se folosesc rezistentele termice corectate, respectiv rezistente termic ereale care tin seama de particularitatile schimbului real de caldura in comparatie cu schimbul teoretic.

S-a presupus ca peretii au aceeasi grosime, ca sunt omogeni si ca suprafetele de schimb de caldura sunt egale. Deci s-a presupus ca liniile de camp ale campului de temperatura pt fluxul de caldura pierdut sunt paralele , echidistante si perpendiculare pe suprafetele elementului de anvelopa , care s-au considerat plane paralele. In realitate exista zone ale anvelopelor cladirii in care peretii nu au aceiasi grosime, sunt neomogeni si suprafetele interioare si exterioare ale elementului de anvelopa nu sunt egale. Avem de a face cu puncti termice (locuri unde liniile de camp de temperatura nu mai sunt paralele si echidistante, iar pierderea de caldura este mai mare decat cea considerata prin rezistentele de element de anvelopa teoretice = rezistente unidirectionale).

Punctile termice sunt de doua feluri : puncti termice constructive si geometrice.

Cele constructive sunt datorate neuniformitatii grosimii elementului de anvelopa sau neomogenitatii lui. In cazul in care avem materiale cu conductivitate termica mai mare (materiale metalice inglobate in elementul de anvelopa) => rezistenta mai mica, pierderi de caldura mai mari.

Punctele geometrice sunt acelea la care suprafata interioara de transfer termic este diferita de suprafata exterioara a cladirii (la imbinarile intre pereti, la colturi).

Dpdv al dimensiunilor punctele termice pot fi:

- liniare (imbinarea intre tavan si perete, peretii exteriori cu podeaua)
- punctiforme (dimensiuni mici in raport cu elementul de anvelopa)

Tinand cont de existenta punctilor , daca $R_T = R_i + R_p + R_e$ o numim rezistenta unidirectionala.

Rezistenta corectata $R' = r * R$

$$r = 1 / (1 + \frac{R(\sum(\psi_i l_i) + \sum \chi_i)}{A})$$

r - coeficient subunitar

Ψ_i - coeficient corespunzator tipului de punte termica liniara

l_i – lungimea puntii termice

χ_i - coeficient corespunzator punctilor termice punctiforme

A - aria elementului de anvelopa

Pentru calcule aproximative, rezistenta corectata se poate calcula reducand rezistenta unidirectionala cu 10..... 25 % la pereti exteriori, 15.....35% la pierderile prin partile superioare ale cladirii si 10.....35% pentru pierderile de caldura inspre partea inferioara a cladirii.

Exemplu de calcul pentru G:

$$A \quad R' \quad \tau_i \quad \sum L_i \tau_i = \frac{\sum A_i \tau_i}{R}$$

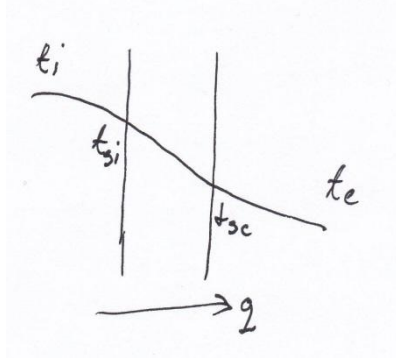
.....

$$\sum A \quad = \frac{\sum A_i \tau_i}{R}$$

$$R' = \frac{\frac{\sum A_i \tau_i}{R}}{\sum A}$$

Pentru calcule aproximative, calculam necesarul de caldura.

$$G S_{ext} (t_e - t_i)$$



Regim permanent => aceeași densitate a fluxului termic în toate straturile.

$$q = \frac{t_i - t_{si}}{R_i^{C-R}} = \frac{t_{si} - t_{se}}{R_p^C} = \frac{t_{se} - t_e}{R_e^{C-R}} = \frac{t_i - t_e}{R_i^{C-R} + R_p^C + R_e^{C-R}}$$

R_i = este dificil de determinat având în vedere complexitatea schimbului prin convecție și radiație, dar și densitatea materialelor folosite pt elementul de anvelopă, grad de prelucrare, culoare, etc.

Valorile - relativ mici, se considera prin convenție ca valorile medii determinate ale acestor rezistențe depind de direcția și sensul transferul de căldură și de anotimp.

$R_i = 1 / 8$; $1 / 6$ pentru schimburile de căldură de sus în jos și pe perioada de iarnă;

$R_i = 1 / \alpha_i$

$R_e = 1 / \alpha_e$

$R_e = 1 / 24$; $1 / 12$ pentru schimburile de căldură în sus și pe perioada de vară

$t_{si} = t_i - \frac{R_i}{R_T} (t_i - t_e)$, $t_{si} > t_r$ (temperatura punct de rouă)

$$R_T = \frac{t_i - t_e}{t_i - t_{si}} \quad R_i = \frac{t_i - t_e}{t_i - (t_r + 1)}$$

Se determina cât ar trebui să fie rezistența totală în condițiile cele mai avantajoase.

R_{nec} - pt satisfacerea condiției de confort termic

$$R_{nec} = \frac{1}{8} \frac{20 - (-15)}{4} = \frac{35}{32} = 1,09$$

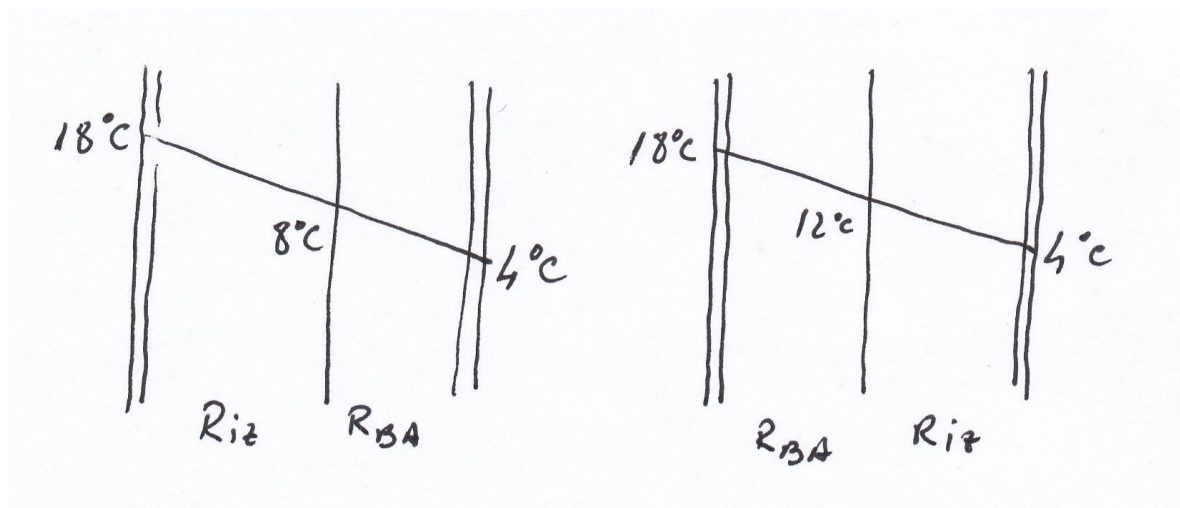
Pentru fiecare tip de element de anvelopă sunt prescrise diferențele maxime de temperatură dintre temperatura aerului inert al încăperii și temperatura internă a elementului de anvelopă respectiv.

Pentru cresterea rezistentei elementului de anvelopa se actioneaza astfel incat ca din 5 in 5 ani sa se realizeze rezistente corectate ale elementului de anvelopa din ce in ce mai mari.

Pentru reabilitarea unei cladiri :

-> cresterea rezistentei interioare a cladirii, precum si izolarea peretelui.

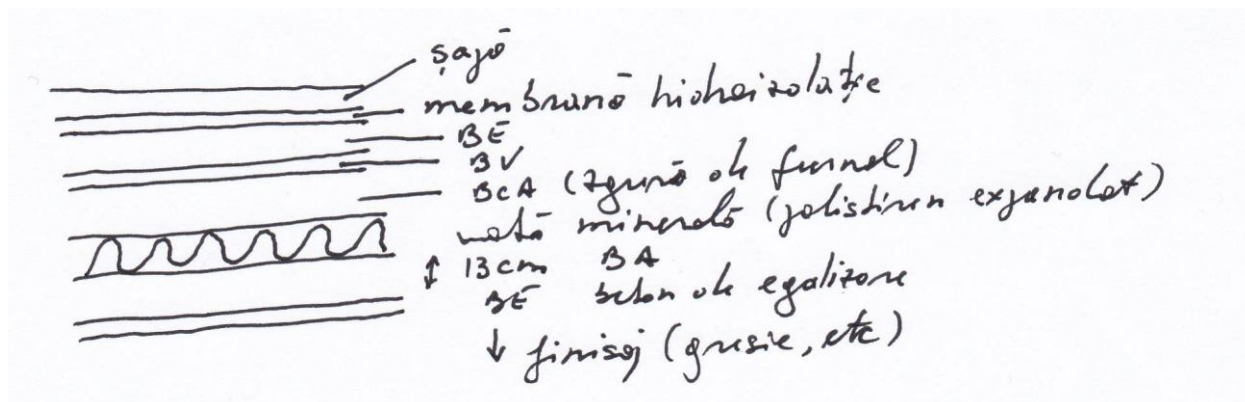
Aceasta izolare se recomanda a fi facuta la exterior.



Bariera de vapori are ca scop sa opreasca schimbul de vapori dintre interior si exterior.

$$R_p = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

Pentru anvelopa superioara, in afara de cresterea rezistentei la trecerea caldurii este necesara si o izolare hidrofuga , iar daca planseul superior este terasa circulabila, trebuie construite straturi de sporire a rezistentei mecanice a acestor straturi.



Pentru economia de energie, reabilitarea unei cladiri existente, proiectata cu conditii de normativ inferioare, trebuie sa tina seama si de cealalta componenta a pierderii de caldura.

Daca se aleg elemente de tamplarie cu sticla termorezistenta, trebuie sa se aleaga din cele prevazute cu fante de introducere a aerului proaspat, daca nu se face condens de la aerisiri.

Cladiri cu alte destinatii decat locuinte

C107/2-2005 :

- coeficientul de izolare termica pentru cladiri cu alta destinatie decat locuirea (spitale, crese, institutii de invatamant, etc = sector terțiar).

$$C_i = \frac{\sum(A_i m_i)}{A_d}$$

m_i = masa elementului i care compune cladirea (perete, tavane etc)

A_i = aria elementului respectiv de cladire masurata la interior

A_d = aria desfasurata a cladirii

Coeficientul de inertie se calculeaza pt intreaga cladire daca suprafata utila incalzita este mai mica sau egala cu 200 mp. Daca aceasta este mai mare de 200 mp, coeficientul de inertie termica se calculeaza pt o incapere reprezentativa a cladirii respective.

C_i : <149 - clasa de energie mica

150...400 - inertie medie

>400 - inertie mare

Se calculeaza coeficientul de izolare termica G_1 :

$$G_1 = \frac{\sum L_j \tau_j}{V} = \frac{\sum \frac{A_j}{R_j} \tau_j}{V}$$

L_j - coeficient de cuplaj

$$L_j = U_j * A_j$$

τ_j - coeficient de corectie fata de temperatura exterioara

$$\tau_j = \frac{T_i - T_u}{T_i - T_e}$$

V - volum cladirii incalzit de aer

$G_{1ref} = \frac{1}{V} \left(\frac{A_1}{a} + \frac{A_2}{b} + \frac{A_3}{c} + d P + \frac{A_4}{e} \right)$ este coeficientul de izolare termica de referinta

A₁ - aria peretilor exteriori sau a suprafetelor cu inclinare >60 de grade fata de verticala

A₂ - aria planseului superior al cladirii (sub terasa sau pod)

A₃ - aria planseului peste subsolul neincalzit

A₄ - aria suprafetelor vitrate (usa,ferestre etc)

P - perimetrul cladirii in contact cu solul sau ingropat

a,b,c,d,e - au semnificatia unor rezistente minime pt peretii exteriori (a),planseul superior (b),rezistenta minima corectata peste subsolul neincalzit (c),rezistenta perimetrului in contact cu solul sau ingropat (d),rezistenta suprafetelor vitrate (e)

$G_1 < G_{1ref}$

a,b,c,d,e - tabele C107/2-2005 - cladiri de categoria I (cu ocupare continua sau cladiri cu ocupare discontinua cu coeficient de inertie mare)

Cladirea cu ocupare continua -> in cursul noptii trebuie sa aiba o temperatura interioara constanta (spitale,crese,gradinite etc)

-> cladiri de categoria II (in perioada de noapte 24⁰⁰ - 07⁰⁰ pe o perioada de maxim 5 ore permite reducerea de temperatura cu pana la 5 °C) -> coeficient de inertie mic.

Daca din $G_1 < G_{1ref}$ cladirea nu corespunde normelor perioadei respective,trebuie reabilitata.

kWh/mp an - totalul de energie consumata intr-un an se raporteaza la suprafata incalzita a locuintei.

20/20/20 - 20% din consumul de energie in cadrul cladirilor sa fie redus pe baza imbunatatirii performantei cladirii sau cresterea eficientei de utilizare a acesteia.O cladire este cu atat mai performanta cu cat consuma mai putina energie in conditiile in care asigura confortul ocupantilor.

(2010/31/UE) - asigurarea necesarului de energie pentru cladiri in proportie de 20% din surse regenerabile

- reducerea cu 20% a volumului de emisii de gaze de ardere cu efect de sera

Acestea au ca element de comparatie pana in anul 2020 comparativ cu nivelul anului 1989.

Se mai introduce in aceasta directiva(2010/31/UE) notiunea de casa "aproape zero energie" = energia consumata este produsa doar din resurse regenerabile.

Pana in 2020 cladirile ocupate de autoritatile publice, noi sau reabilite, trebuie sa fie cladiri "aproape zero energie".Dupa 2020 toate cladirile noi care se construiesc trebuie sa fie "cladiri aproape zero energie".

In Europa exista multe preocupari pt realizarea acestor deziderate fiind construita o serie de cladiri cu consum redus de energie.

In 2012 existau aproximativ 17 timpuri de denumiri care se refera la consumul redus de energie (izolarea suplimentara a cladirii, etansarea acesteia si/sau prin folosirea eficienta a energiei utilizate). Exemple de cladiri aproape zero energie; cladiri fara emisii de gaze CO₂, cladiri verzi, case pasive.

Conceptul de casa pasiva enuntat de Institutul cu acelasi nume din Germania presupune urmatoarele calitati ale cladirii:

- consum de energie pt incalzire si/sau racire de maxim 15 kWh/mp an.
- consumul total de energie al cladirii pentru incalzire, iluminat, prepararea hranei, ventilare de 120 kWh/mp an.
- etanseitatea cladirii astfel incat N(nr de schimburi orare de aer) sa fie maxim 0,6.

Acestea se pot realiza utilizand materiale izolatoare termice de cel putin 30 cm polistiren expandat pentru izolarea peretilor, izolarea planseului superior cu cel putin 20 cm polistiren expandat, al planseului inferior cu cel putin 20 cm de polistiren expandat, utilizarea de tamplarii exterioare dotate cu garnituri de etansare cu rezistenta minima la trecerea caldurii de 1,24 m²K/W.

Energia electrica folosita pentru iluminat este produsa de celule fotovoltaice, iar daca suprafata acestor panouri face sa se produca mai multa energie decat utilizeaza, surplusul se poate transmite in reseaua electrica sau se inmagazineaza in bateriile de acumulare special construite.

Energia necesara pentru incalzire si prepararea a.c.m. se poate capta de la soare, instalatia cladirii trebuind sa aiba un sistem de acumulare al caldurii(rezervor acumulator izolat termic) pt perioadele fara insolatie sau de noapte.

Pentru sistemul de ventilare a cladirii se folosesc puturi canadiene, respectiv trecerea aerului proaspat printr-un schimbator de caldura subteran care preia o parte din caldura solului si in continuare aerul proaspat se incalzeste intr-un recuperator de caldura,elementul incalzitor fiind aerul uzat care se evacueaza.

Instalatia de preparare a.c.m. mai are un recuperator care preincalzeste apa calda menajera pe seama apei calde folosite la spalatul vaselor,dus,bai etc. Energia obtinuta in majoritate din surse regenerabile este utilizata foarte eficient, respectand in acelasi timp normele de confort ale ocupantilor.

Case cu consum redus de energie

La nivelul anului 2009 erau construite aproximativ 20 000 de case cu consum redus de energie, dintre care 17 000 in Austria si Germania.

Exista 17 termeni diferiti pentru aceste case: case cu performanta inalta, casa pasiva, casa cu carbon zero, casa cu energie zero, casa cu economisire de energie, case cu energie pozitiva, casa de 3 litri sau case cu foarte joasa energie, casa eco, casa verde. Toate conduc la acelasi inteles: consum cat mai redus de energie, energie din surse regenerabile, dar parametrii trebuie asigurati. In timp de iarna temperatura aerului trebuie sa depaseasca 20 °C.

Clase de cladiri si limitele pe care trebuie sa le atinga consumurile de energie -> normative.

Pentru a construi aceste cladiri, costurile aditionale pt izolare si pt consum eficient de energie sunt intre 10-25%, iar economiile de energie sunt atat de mari incat in 3-4 ani acest surplus este amortizat, iar intregul cost al cladirii se amortizeaza in maxim 8 ani.

Statele membre UE se misca in asa fel incat sa atinga tintele si strategiile propuse. De exemplu in Olanda si-au propus sa reduca consumul de energie cu 50% pana in 2015 comparativ cu 1989, ceea ce este aproape de o casa pasiva. In UK ambitia este de a avea case cu consum zero pana in 2016.

Pentru casa pasiva:

- foarte buna izolare termica cu reducere la minim a punctilor termice
- foarte buna utilizare a energiei solare si a castigurilor interne

- nivel excelent de etanseitate la aer
- buna calitate a aerului interior furnizat de un sistem de ventilare mecanica cu un sistem de eficienta inalta a recuperarii

In Europa, casa pasiva = casa care indeplineste urmatoarele criterii:

- climat interior confortabil, poate fi mentinut fara sisteme active de incalzire sau racire
- necesarul de energie pt incalzirea si racirea spatilor mai mic de 15 kWh/m² an.
- energie totala primara folosita pt toate aplicatiile(a.c.m., incalzire si racire) < 120 kWh/m² an.
- se practica sisteme de ventilare cu recuperarea caldurii, aerul proaspat fiind trecut printr-un schimbator de cadura subteran, unde este preincalzit, iar apoi recupereaza caldura in alt schimb de caldura din interiorul cladirii (caldura aerului evacuat)
- se foloseste o izolare termica superioara, colectoare solare termice pt prepararea acm si tamplarii exterioare cu 3 randuri de sticla termorezistenta dintre care s-a extras aerul si s-a introdus un gaz inert. Ultimul strat de sticla este dotat cu un strat reflectorizant al razelor solare pentru a preveni supraincalzirea.

Criteriul aplicat	Casa pasiva	Casa traditionala
1) forma compacta si izolare termica buna	Transmiterea $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \in 0,3 \dots 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
2) orientare catre sud (umbrirea pe timp de vara)	Factor semnificativ	Se ia in considerare daca este posibil
3) ferestre eficiente	$U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \in 1,8 \dots 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
4) etanseitatea anvelopei cladirii fata de aer	Schimbul de aer orar $n < 0,6$ la presiune de 50 Pa	n de 10 ori mai slab
5) preincalzirea pasiva a aerului proaspat	Schimbator de caldura subterane teava in teava	Nu se aplica
6) recuperarea caldurii aerului evacuat	$\eta > 80\%$	Nu se aplica
7) aplicatii privind aparatura electrocasnica	Economisitoare de energie - sunt obligatorii	Cateodata folosita

Solutii de proiectare pentru o casa pasiva

- sistemul structural:
 - lemn, otel, beton armat, zidarie de caramida
 - izolatie termica pentru elementul de anvelopa
- minim 30 cm polistiren expandat in scopul de a evita pierderile de caldura si punctele termice
 - sistemul de ferestre trebuie sa permita castigul de caldura solara de aproximativ 50% pt a preveni transferul de caldura intre aerul interior si exterior
 - izolarea termica a fundatiei subterane cu minim 20 cm polistiren expandat
 - Idem pentru izolarea acoperisului

Directiva 31/2010 introduce tintele pentru constructii cu aproape zero consum de energie.

Energiile din surse regenerabile sunt:

- Energia geotermala -> utilizata pentru pompe de caldura sol-apa sau sol-aer.
- Energia aerului exterior -> utilizata pentru pompe de caldura aer-aer sau aer-apa
- Energia solara -> pentru producere acm sau energie electrica prin celule fotovoltaice
- Energia vantului -> producerea energiei electrice pentru iluminat

Minergy - cu consum mic de energie

Efinergy

Plusenergy

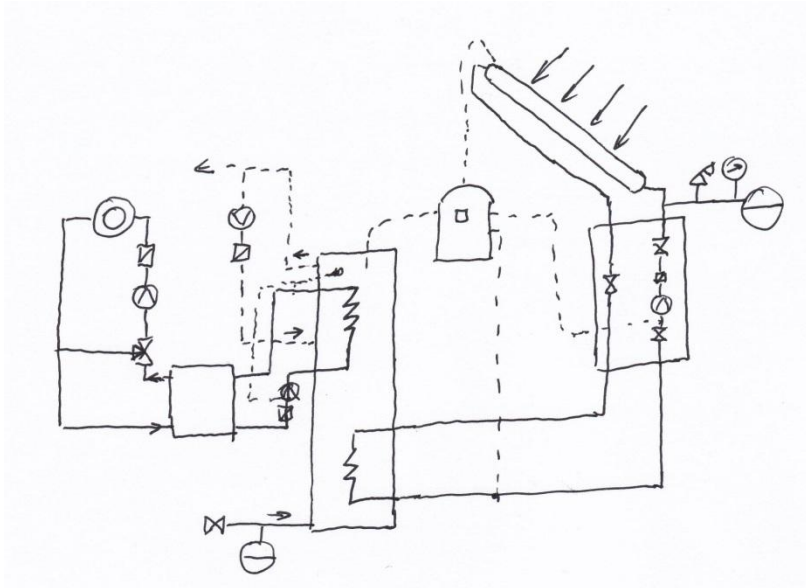
Casa pasiva din Dumbravita - 2 apartamente:

- anvelopa exterioara : zidarie de 25 cm δ cu izolare termica de 30 cm
- materiale folosite: blocuri ceramice, beton, lemn, polistiren- dotata cu panouri solare pentru acm
- instalatii: - solara cu acumulare in rezervoare comandate de o instalatie de automatizare
 - ventilatii cu recuperator de caldura, pompa de caldura aer-apa, vas de expansiune etc

- boiler pentru acm si un puffer

Sistem de ventilatie: - minim 30 mc/h/persoana

La sistemul de aer conditionat de la avioane: 12-15 mc/h, dar calitatea aerului nu este cea mai buna.



Cladire pasiva:

-> Aerul proaspat 30 mc/h intra in schimbtorul de caldura, trece prin recuperator, agentul incalzitor este aerul evacuat. Aerul cald este evacuat printr-un preincalzitor si 9 reincalzitoare in interior

-> Izolatie continua de 20 cm pentru acoperis si bariera de vaporii in folie de polietilena

-> Acoperis in sarpanta cu 7 panouri solare de cate 9,1 mp

-> Stocare acm - 300 litri

-> Cogenerare cazan cu 13,5 kW termici si 5,5 kW electrici

-> Izolatie acoperis 40 cm vata minerala

-> Izolatie fundatie 25 cm spuma poliuretana

Solutii specifice adoptate pentru casa pasiva din Dumbravita:

- factor de compactitate foarte favorabil
- raport intre aria suprafetei utile fata de volum intre 0,7 ... 1
- orientarea are o contributie pozitiva, ferestrele mai catre sud

- platbenzi de plastic orizontale asigura etanseitatea pe conturul centurilor din lemn
- panta acoperisului 2% este suport pt panourile solare

Sisteme de economisire folosind aparatura de masura adecvata

Dispozitive inteligente pentru economisirea energiei recuperate, energie de incalzire din apa utilizata la dusuri.

Daca se folosesc sisteme de masura adecvate si se tine seama de costurile inscrise in facturi, dar si tarifele variabile aplicate la consumul de energie, se pot reduce varfurile de sarcina de consum.

Ca un rezultat al managementului eficient se inregistreaza semnificative economii de energie. In jur de 10% din utilitatile casei au fost economisite prin sisteme de masura inteligente si urmarirea energiei consumate. Numai masurile inteligente nu pot sa inlocuiasca tehnologiile inovative.

Tinta principala pentru utilitati este modificarea legislatiei europene in materie.

Pierderile de caldura prin ferestre:

- tamplarie simpla $U=5,7$ W/mpK
 - dubla $U=2,8$ W/mpK
 - tripla $U=1,9$ W/mpK
- cu sistem de etansare tripla $U=1,4$ W/mpK
- tripla cu acoperire de joasa emisie a unui geam $U=1,2$ W/mpK
- tripla din care doua sunt acoperite si spatiu intre ele umplu cu argon $U=0,8$ W/mpK
- cu vid inaintat $U=0,5$ W/mpK
- fereastră aerogel cu 20 mm $U=0,4$ W/mpK

Instalatii in casa pasiva UPT de la Dumbravita

Schimbatorul de caldura din pamant: conducta are lungimea de 45 m, cu proprietati de conductivitate termica ridicata.

Pentru volumul casei pasive debitul de aer a fost calculat la 200 mc/h, cu $n=0.6/h$.

Incalzirea si racirea se realizeaza cu o pompa de caldura aer-apa si utilizarea energiei solare pentru preparare acm.

Pentru perioada fara insolatie s-a folosit si o rezistenta electrica de preparare acm.

Agentul termic este vehiculat spre ventiloconvectoare de tavan, partial spre radiatoare si la bateria de incalzire a aerului a centralei. Bateria de incalzire este montata pe introducerea aerului proaspat (pe conducta de ventilare).

Energia termica de la pompa de caldura, energia solara si rezistenta este acumulata in stocatorul de energie de unde cu pompa de circulatie este vehiculat la radiatoare, ventiloconvectoare si bateria de incalzire.

Exista si posibilitatea de livrare a agentului termic direct la consumator (vara) cand aerul rece trebuie dirijat direct la ventiloconvectoare.

Apa calda menajera este preparata in boiler din 3 surse: pompe de caldura, energie solara si rezistenta electrica.

Daca temperatura ambientala este mai mica decat cea setata pe termostat se porneste pompa de caldura, apoi rezistenta electrica si daca temperatura acm scade sub cea setata, de asemenea se porneste pompa de caldura si apoi rezistenta electrica.

De baza pentru incalzire avem instalatia solara si pompa de caldura iar ca rezerva rezistenta electrica.

Centrala de ventilare incalzeste aerul prin bateria de incalzire de pe tubulatura de introducere, iar daca temperatura nu este suficienta se pornesc si ventiloconvectoarele.

In perioada rece a anului, pentru degivrare, se inverseaza circuitele astfel incat vaporizatorul devine condensator prin care se evacueaza caldura pana se degivreaza suprafata de preluare a aerului.

Panourile solare sunst cu tuburi vidate si sunt montate pe terasa cladirii.

Schema de ventilare: traseul de preluare si de evacuare a aerului, cu recuperatorul de caldura din aerul evacuat.

S-a calculat, pe baza masuratorilor, eficienta schemei in contracurent din sol, eficienta schimbatorului recuperator de caldura, eficienta totala si economiile de caldura pe preincalzirea aerului, economia de energie datorata recuperarii caldurii din aerul evacuat si energia totala. Masuratori cu senzori in multe puncte ale cladirii, o baza de preluare a datelor si de prelucrare a acestora, se mediaza temperatura interioara si exterioara si de asemenea consumul de energie electrica.

Randamentul recuperatorului de caldura din aerul evacuat este ~80%, recuperarea caldurii din sol 57%, randamentul total 97%. Economia de caldura totala 1653 W.

Temperatura dupa recuperatorul de caldura din sol nu a scazut sub 3⁰C, ceea ce a condus la usurarea sarcinii recuperatorului de caldura din aerul evacuat care are eficienta 70-90%.

Casa pasiva Bucuresti

Directiva 2009/28/EC – promovarea utilizarii energiei din surse regenerabile

Directiva 2010/30/EC – privind etichetarea consumului de baza si utilizarii altor resurse

Legea 372/2005 – privind performanta energetica a cladirilor

Legea 159/2013 – privind completarea si modificarea legii 372/2005

Ordonanta de urgenta 18/2009 – pentru cresterea performantei utilizarii energiei in blocurile de locuinte

Ordinul MDRL 163/2009 – pentru imbunatatirea normelor metodologice ale ordonantei 18/2009

HG 432/2010 – privind schema de investitii verzi

Consumul de biomasa in cladiri, sectorul casnic si servicii a crescut din 2007 de la 2825 mii tep la 3500 mii tep in 2010.

Energia produsa din biomasa se adauga la cea care s-a folosit in 2010. S-a atins tinta pentru 2018.

Directiva 29/2009 reducerea emisiilor de gaze cu efect de sera

Producatorii de energie care sunt consumatori de combustibili fosili trebuie sa reduca pana in 2020 totalul de emisii de gaze cu efect de sera cu 20% comparative cu 1990

In acest scop la nivel de CE s-a emis o serie de acte normative legislative care sa incurajeze si sa asigure aceasta reducere.

La nivelul anului 2006 producatorii de energie din combustibil fosil se considera ca au redus 100% din energia care trebuia redusa. La nivel national se stabileste fiecarui producator un numar de certificate pt gaze cu efect de sera, in fiecare an cu 5% mai putine decat anul precedent astfel incat la sfarsitul fiecarui an energetic, de regula in luna aprilie a fiecarui an trebuie sa detina fiecare producator numarul prognozat corespunzator productiei reduse cu cate 5% in fiecare an.

Daca nu detine aceste certificate de gaze cu efect de sera trebuie sa le cumpere de pe piata libera motiv pentru care creste cheltuiala produsului cu o suma echivalenta cu combustibilul pe care ar fi trebuit sa il consume mai putin.

Fiecare producator este obligat sa produca in fiecare an mai putin , daca nu trebuie sa plateasca.

La nivelul Timisoarei se preconiza ca in 2016 sa intre in functiune o central pe baza de consum de biomasa(paie) cu un pret de productie estimate la 25% din pretul actual al producatorului. Pe de alta parte se preconizeaza in 26 luni punerea in functiune a unei centrale care sa foloseasca drept combustibil deseurile menajere.

Anual 150.000 tone deseuri dintre care o parte sunt combustibile.

Daca aceste deseuri combustibile se sorteaza ele pot sa aiba in medie o putere calorifica de 4000 kcal/kg ceea ce corespunde la aproximativ 40% din puterea calorifica a gazului natural.

Producatorul de energie termica din Timisoara este si producator de energie electrica. Se preconizeaza constructia unui parc fotovoltaic de 4 MW pe suprafata depozitului de zgura si cenusa. Este in curs de elaborare SF. Exista un contract de cercetare pentru construirea unor panouri solare care folosesc pentru captarea energiei solare lentil fressnel.

Analiza tehnico economica a surselor de incalzire

Pentru alegerea unor surse eficiente de incalzire este recomandabil sa se realizeze o analiza tehnico economica in care sa fie cuprinse pt comparatie mai multe variante posibile.

Pentru o analiza corecta trebuie respectate cateva cerinte :

- realizarea obiectivului, respective furnizarea la parametrii nominali a caldurii si apei calde in conditii de siguranta
- variantele de comparat sa fie disponibile pe piata;
- sa se cunoasca combustibilul disponibil in zona si durata de executie a lucrarii
- sa se cunoasca cursurile valutare , evolutia acestora preliminara in timp si costurile de productie a energiei termice in zona.

Pentru stabilirea solutiei optime se pot aplica urmatoarele criterii sau indicatori:

a) Criteriul cheltuielilor totale actualizate minime

$$CTA = \sum_{i=1}^d \frac{I_i}{(1+r_a)^i} + \sum_{i=d+1}^D \frac{C_i}{(1+r_a)^i}$$

I_i – investitia din anii $i = 1, 2, \dots, D$;

C_i – cheltuielile anuale de exploatare (exclusive amortismentul) din anii $i = d+1, d+2, \dots$

D ;

d – durata de executie a investitiei

D – durata preliminara de functionare (20-25 ani)

r_a - rata de actualizare (10-20%) recomandat 12%

Se pune conditia ca valoarea cheltuielilor de investitie si exploatare sa se poata actualiza la un moment unic de referinta (de ex sfarsitul perioadei de executie).

Cheltuielile de exploatare sa fie cunoscute, evolutia preturilor sa combustibil , energie electrica , apa etc.

Sa se cunoasca cheltuielile anuale de mentenanta, respectiv de intretinere a instalatiei.

Se recomanda ca pe perioada de executie sa nu se depaseasca cifra 3 iar durata de exploatare sa fie cel putin 10 ani

b) Venitul net actualizat: cat mai mare.

Reprezinta eficienta investitiiei in cazul modernizarii instalatiei pe o perioada analizata

$$VNA = \sum_{i=d+1}^D \frac{E_i}{(1+r_a)^i} - \sum_{i=1}^D \frac{I_i + C_i}{(1+r_a)^i}$$

in care I_i este investitia totala; C_i sunt cheltuielile anuale si E_i reprezinta costul energiei produse si vandute in anii de dupa modernizarea instalatiei.

c) Criteriul timpului de recuperare sau perioada de amortizare a investitiei

$$TR = \frac{I_1 - I_2}{C_2 - C_1} < TR_n$$

$I_1 - I_2$ reprezinta sporul de investitie si $C_2 - C_1$ reprezinta economia de cheltuieli de exploatare.

Timpul de recuperare trebuie sa fie mai mic decat o valoare normata de recuperare, 8-10 ani , recomandabil cat mai redus.

Mai sunt si alte criterii.

De la bun inceput se pot analiza comparative variantele surselor de incalzire tinand cont de tipul caldirii in cauza. Pt cladiri individuale se recomanda instalatii de incalzire proprii pe circulatie naturala sau fortata in functie de dezvoltarea cladirii pe vertical si orizontala.

Daca cladirea este cu mai multe nivele si situata in ansambluri mari de locuinte, se recomanda alimentarea din sistemul centralizat de incalzire, tinand cont de avantajele acestuia privind protectia mediului, economia eforturilor de exploatare si pretul unitatii de energie.

Se tine cont si de tarifele practicate in zona pt a alege solutia optima in cazul respective.

Daca este posibil, una din variante trebuie sa fie o central in cogenerare iar alta varianta o central folosind energia din surse regenerabile.

Pentru pompele de caldura, indicatorul cel mai important este coeficientul de performanta sau eficienta pompei care se poate calcula ca raport intre caldura utila si energia consumata suplimentar pt a pompa caldura de la sursa rece la cea calda.

Eficiența reală a pompei de căldură cu comprimare mecanică de vapori variază invers proporțional cu temperatura obținută la sursa caldă, respectiv la condensator; este motivul pentru care pentru bună eficiență a pompei de căldură se recomandă ca temperatura la condensator să fie cât mai mică, de obicei să nu depășească 20 °C.

Coeficientul de performanță sezonier COP_{sez} calculat ca raport între căldura utilă totală obținută în sezonul de încălzire și energia externă la pompa de căldură care este folosită (electrică, mecanică) în perioada sezonului de încălzire.

Se iau în considerare pentru sistemele de încălzire doar pompele de căldură la care COP_{sez} să fie mai mare de 2,875 (1,15 / η ; $\eta=0.4$ randamentul mediu al centralelor din SEN; $\eta_{CHE} = 0,85 - 0,9$, $\eta_{CTE}=0,35 - 0,37$, $\eta_{CNE} =0,33$)

Consumul specific de energie electrică: raportul dintre energia electrică consumată pt antrenarea compresorului pt fiecare unitate de căldură produsă

$$W^{PC} = 10^3 / 3,6 \varepsilon_r^{PC}$$

Consumul specific echivalent de combustibil

$$b^{PC} = W^{PC} b_E^{SEN}$$

b_E este consumul specific de combustibil convențional în SEN în kgcc/kwh (combustibilul convențional are $P_c=7000$ kcal/kg)

Dacă pompa de căldură este utilizată și în baza curbei de sarcină și în vârful curbei de sarcină, se consideră că poate satisface graficul de reglaj 65/45 cu un grad de acoperire satisfăcător a necesarului de energie orară.

Pentru valorificarea surselor de energie regenerabile trebuie ca energia să fie produsă cu costuri minime care să se limiteze la cheltuieli de investiții și de amortisment în perioada de funcționare.

Durata de recuperare a investiției nu trebuie să depășească 6 ani ținând cont de faptul că sursele de energie regenerabile funcționează fără cost al combustibilului.

Eficiența instalației interioare de încălzire

Pentru optimizarea instalației interioare care are în componență corpuri de încălzire statice sau radiatoare trebuie luate în considerare:

- costul corpurilor de incalzire calculate cu formula:

$$C = \frac{Q_{nec} C_r}{\Delta t_e (1 - \frac{\epsilon}{2})}$$

ϵ – eficacitatea radiatorului;

$$Q_{nec} = k_R A_R \Delta t_e (1 - \epsilon/2)$$

$$\Delta t_e = t_d - t_i$$

$$t_d - t_r = \epsilon \Delta t_e$$

t_i – temperatura aerului interior

t_r – temperatura apei la retur radiator

t_d – temperatura apei la tur radiator

- costul conductelor

$$C_c = a G$$

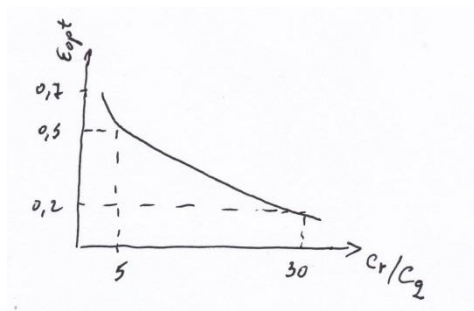
G – debitul vehiculat

- costul pompei
- costul energiei electrice
- costul total

$$\epsilon_{opt} = \frac{2}{1,52 \left(\frac{C_r}{C_q} \right)^{0,5} + 1}$$

C_r – cost radiatoare

C_q – cost caldura



t_d / t_r	ϵ_{opt}
90 / 70	$(90-70) / (90 - 20) = 0,28$
80 / 60	$(80-60) / (80 - 20) = 0,33$

70 / 55	$(70-55) / (70 - 20) = 0,30$
55 / 45	$(55-45) / (55 - 20) = 0,28$

Incalzirea intermitenta

In functie de coeficientul de inertie al caldirii si de tipul cladirii (categoria caldirii: categoria I – cu functionare continua; categoria II – cu functionare discontinua) se poate reduce temperatura agentului termic pe perioada de incalzire pe durata noptii cu cel mult 5 °C in intervalul 22-7 dimineata cu conditia acumularii partiale in masa cladirii a caldurii necesare pentru perioada de zi.

Aceasta se intampla de regula intre orele 22-03, cand se revine la parametrii nominali de alimentare cu energie termica fara a afecta confortul ocupantilor. Se realizeaza astfel economii de energie termica de 5-7% pe toata perioada sezonului de incalzire.

Incalzirea intermitenta se foloseste la caldirile in care programul de lucru este limitat sau caldirile sunt folosite cateva zile in cursul saptamanii, sau la caldirile de cult.

Biomasa

- una din formele de energie regenerabile poate fi gasita in natura sau in urma unor procese ind ca deseu ale unor procese

Poate fi:

- de natura vegetala sau animala
- sub forma de resturi de crengi, frunze, dejectii de animale sau materiale care sunt reutilizabile de la acestea (par,copite etc) sau produse agricole(coceni de porumb,paie etc)

Biocombustibilul poate fi dintre materialele enumerate sau din alte materiale cu o usoare prelucrare (biocombustibil lichid extras din plante in urma unor procese tehnice)

Avantajul folosirii biocombustibilului in sisteme de incalzire este ca biocombustibilul se poate procura fara costuri sau cu costuri minime.

Provine din una sau mai multe surse inepuizabile. Asigura astfel independenta energetica pt situatia in care se foloseste biocombustibil.

Lemnul sub diferite forme este asimilat biocombustibil avand in vedere faptul ca in mod conventional se considera ca prin ardere nu produce gaze cu efect de sera => CO₂ rezultat in urma arderii lemnului poate fi echivalat cu CO₂ care a fost produs de plante vi prin procesul de fotosinteza, rationament care se poate extrapola si celorlalte categorii de biocombustibili. Toate categoriile de biocombustibili au in componenta carbon. Se considera ca biocombustibilul nu produce gaze cu efect de sera chiar daca produce o mica cantitate de CO₂.

Biocombustibil - lichid, solid, gazos

Biocombustibilul solid -> resturi de lemne, peleti, crengi produse refolosite de la animale.

Biocombustibil lichid -> se pot obtine prin prelucrarea unor culturi de plante: rapite, floarea-soarelui -> biodiesel.

Biogazul se obtine in urma fermentarii produselor biodegradabile vegetale sau animale.

Dintre biocombustibilii solizi are o valoare energetica deosebita: salcia energetica care are o putere calorica de 3400 kcal/kg.

- culturile de salcie nu pot fi raspandite pe un sol relativ sarac cu valoare agricola coborata.

- cultura poate fi recoltata 25 de ani, in fiecare an fiind ciclul de crestere.

- tulpinele cresc cu 3 cm pe zi, se pot semana cu utilaje obisnuite primavara, recoltarea se face in decembrie cand utilajele nu sunt folosite la alte activitati.

Coceni de porumb, tulenii sau paie pot fi arse in focare, avand nevoie doar de un suport pt flacara sau pt initiera arderii.

Din crengi, deseuri de lemne sau rumegus se pot fabrica peleti care au un pret comparabil cu combustibilul focal lichid, dar este usor de utilizat in instalatii de ardere.

Biodieselul -> uleiuri extrase din rapita, porumb, floarea soarelui etc.

Puterea calorică a biodieselului este de aproximativ 6000 kcal/kg, depinzând de plantele din care este extras.

Biogazul: Pc modestă < 1500 kcal/mc și datorită provenienței sale trebuie luate măsuri de etanșitate pt întreaga instalație.

Tehnologiile actuale folosesc biogaz din fermentarea dejectiilor de animale.

Dezavantajele biogazului -> nu poate fi stocat și se produce doar unde sunt ferme de animale.

Instalația de ardere care folosește biogaz trebuie să se afle în apropierea acestora.

Viitorul aparține instalațiilor ce folosesc energie din surse regenerabile (solara, geotermală, pompe de căldură folosind ca sursă rece tot o energie regenerabilă).

Combinatiile dintre acestea sunt obișnuite instalațiilor moderne.

Energia electrică produsă cu ajutorul microhidrocentralelor cu ajutorul energiei eoliene sau cu celule fotovoltaice poate fi folosită pt încălzirea electrică, cele mai indicate fiind instalațiile electrice cu acumulare, iar energia electrică produsă suplimentar consumului propriu se poate stoca în baterii acumulatori de unde se poate folosi după transferul cc în ca cu ajutorul invertoarelor.

Injectarea în rețea = varianta mai prietenoasă având în vedere faptul că trebuie respectate condițiile de calitate pt energia injectată. Injectarea -> continuă iar v și tensiunile trebuie să fie întreținute.

O atenție deosebită pentru folosirea cât mai rațională a instalației de ardere a combustibililor fosili.