

THE DEMAND FOR EXERGY DURING THE LIFE CYCLE OF DWELLING HOUSES

V. Martinaitis

To cite this article: V. Martinaitis (1999) THE DEMAND FOR EXERGY DURING THE LIFE CYCLE OF DWELLING HOUSES, *Statyba*, 5:1, 53-58, DOI: [10.1080/13921525.1999.10531433](https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531433)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531433>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 75

TIPINIŲ DAUGIABUČIŲ PASTATŲ GYVAVIMO CIKLO EKSERGIJOS POREIKIŲ ĮVERTINIMAS

V. Martinaitis

1. Įvadas

Gyvenamojo fondo namų šildymo ir vėdinimo šilumos poreikius per metus nulemia pastatų šiluminės charakteristikos ir klimato sąlygos. Karštam vandeniui, apšvietimui, buities technologinei įrangai reikia beveik dar tiek pat energijos. Energija reikalinga ne tik pastatui naudoti, bet ir jį sukurti. Tai apima sudėtingą ir daugialypį statybos technologijos procesą. Daugiausia šios energijos (apie 70%) sunaudojama pagaminti medžiagoms ir gaminams. Kita dalis tenka transportavimui, montavimui ir administravimui. Pastato sukūrimui ir naudojimui reikalingą energiją ar jos dalį tiekia aprūpinimo energija sistema (elektra bei šiluma), o kad ji veiktų, reikia pirminės energijos išteklių.

Gyvenamųjų namų statybos klausimų ekonominiai ir kompleksiniai ekspertiniai kriterijai leidžia įvertinti konkretaus objekto projektavimo dalykus ir retai nagrinėja dešimtmečio ribas peržengiančias problemas [1, 2]. Pastato naudojimo ciklas siekia keletą dešimtmečių ar šimtmetį. Deja, ekonominių prognozių patikimumas tolesnei perspektyvai yra mažesnis už kokių nors fizinių dydžių prognozes. Štai, aštuntojo dešimtmečio pradžioje mūsų dienoms prognozuotos energijos išteklių kainos (pagal naftos kainas) šiuo metu yra vos ne tris kartus mažesnės. Dalis tuometinių reikalavimų pastatams rėmėsi taip ir nepasitvirtinusiomis ekonominėmis prognozėmis.

Šio darbo tikslas – įvertinti pastato gyvavimo ciklo (sukūrimo, naudojimo, sunaikinimo) fizinėmis (energijos) vertėmis išreikštus poreikius.

2. Tyrimo metodika

Lietuvoje bei kitose vidutinio ar šiaurinio klimato zonose pastatai laikytini intensyviai energiją naudojančia technine sistema [3, 4]. Pastato gyvavimo ciklui,

siekiančiam keletą dešimtmečių ar šimtmetį, analizuoti, optimizuoti, prognozuoti pagrindai galima taikyti fiziniais kriterijais pagrįstą *termodinamikos*, kaip universalaus mokslo apie energijos virsmus, metodologiją. Techninėje termodinamikoje dėl būtinybės glaustai ir vaizdžiai pavaizduoti problemas, susijusias su energijos virsmis įvairiausių techniniuose įrenginiuose, šeštajame dešimtmetyje kaip savarankiška kryptis išsiskyrė specialus skyrius, susijęs su *eksergijos* samprata. Kartu su sisteminiu požiūriu ir ekonomikos elementais formavosi inžinerinis metodas, kuris buvo pavadintas *ekserginiu* [5, 6].

Eksergija charakterizuoja bet kokio tipo energiją ne tik pagal jos kiekį, bet ir pagal kokybę. Ji apibūdina energijos tinkamumą techniniam panaudojimui bet kokiomis sąlygomis. Taigi eksergija yra tam tikras universalus energetinių išteklių matas. Tokia techninė, ekonominė ir ekologinė sąsaja pagrįsta metodika leidžia sėkmingai spręsti techninio ir ekonominio optimizavimo, išlaidų kompleksinėms gamyboms paskirstymo, didelių, techniniams objektams priklausančių, klasių apibendrintų charakteristikų suradimo uždavinius ir kt.

Turime reikalą su *didžiąja sistema*, kurios struktūriniai komponentai – tai klimato, pirminės energijos išteklių, aprūpinimo energija ir pastatų sistemos. Šios sudėtingos struktūros sistemos nagrinėjimas, atsižvelgiant į ją formuojančius ryšius, jos sudėtinųjų dalių tarpusavio sąveiką, galimas remiantis sisteminiu požiūriu, sistemų teorijos ir sisteminės analizės sampratomis. Pasirinktas tyrimo metodas paremtas sisteminiu požiūriu, kai sisteminės analizės raida realizuojama derinant tarpusavyje termodinamikos ekserginį ir ekonomikos gyvavimo ciklo vertės požiūrius. Buvo pasiūlytas pastato gyvavimo ciklo termodinaminio įvertinimo modelis [7, 4].

Pagal sudarytą ir formalizuotą pastato gyvavimo ciklo termodinaminį modelį įvertinamos sudėtingos organizacijos patalpų mikroklimato palaikymo sistemos eksergijos sąnaudos per pasirinktą jos gyvavimo ciklą, taip pat nustatytas tų sąnaudų pasiskirstymas tarp sistemų, sistemų elementų ir per gyvavimo ciklą.

Energiją naudojančių sistemų analizei taikoma metodika, tos analizės rezultatus dažnai lemia vertinimo kriterijų pasirinkimas. Akcentuojant fizinių, termodinaminį požiūrį pagrindiniu vertinimo kriterijumi pasirinkta viso modelio, jo sistemų, jų elementų ar procesų juose sukūrimo ir veikimo per pastato gyvavimo ciklą lyginamosios eksergijos sąnaudos, kurios pakankamai tiksliai gali būti tapatinamos su pirminės energijos poreikiu.

Nustatant daugiabučio pastato gyvavimo ciklo eksergijos (pirminės energijos) poreikius remtasi autoriaus pasiūlytomis [7] formulėmis, iš kurių formulė eksergijai nustatyti atrodytų taip:

$$E_{PGC} = \sum_v \left(\sum_e VE_e \right)_i + \sum_p \left(\sum_e \frac{\tau_i}{\tau_e} PE_e \right)_i, \quad (1)$$

čia E_{PGC} – eksergijos vienkartinį ir pasikartojančių verčių suma per pastato gyvavimo ciklą; VE_e – eksergijos vertė iš v bendrojo vienkartinės vertės etapų skaičiaus; PE_e – e elemento i etape eksergijos vertė iš p bendrojo pasikartojančios vertės etapų skaičiaus; τ_i – i etapo trukmė; τ_e – elemento gyvavimo trukmė. Šios vertės skaičiuojamos energijos vienetais vienam pastato bendrojo naudingojo ploto kvadratiniam metrui, pvz., MWh/m^2 .

3. Daugiabučio pastato gyvavimo ciklo eksergijos (pirminės energijos) poreikiai

Pastato gyvavimo ciklo pirminės energijos poreikiams įvertinti buvo pasirinkti du stambiaploščių ir du mūrinių namų tipai, kurių nemaža pastatyta Lietuvoje. Penkių aukštų namo tipinis projektas 120-017.2 stambiaploščiam ir I-318-52 mūriniam namui. Devynių aukštų namo tipinis projektas 120-026.2 stambiaploščiam ir I-318-91 mūriniam namui. Reikėtų atkreipti dėmesį, kad stambiaploščių namų projektai parengti 1986 metais, o mūrinių – 1977 metais. Šiame darbe nėra detalesnio nagrinėjamų projektų sprendimų aptarimo, tačiau 1 lentelėje pateikti lyginamieji instaliuotosios galios rodikliai rodo, kad šiems pastatams priimti techniniai sprendimai yra skirtingi.

1 lentelė. Daugiabučių pastatų lyginamoji instaliuotoji galia šildymui ir karšto vandens ruošimui

Table 1. Installed specific heat capacity of heating and hot water needs for multi-storey dwelling houses

Šilumą naudojanti sistema	Projektinė instaliuotoji galia, W/m^2			
	120-017.2	120-026.2	I-318-52	I-318-91
Šildymas ir vėdinimas	57,9	77,0	84,9	104,1
Karštas vanduo	98,4	82,8	79,5	70,4
Iš viso	156,3	159,8	164,4	174,5

Dėl reikalingų struktūrinių fizinių duomenų trūkumo šio darbo eksergijos poreikių nustatymo skaitiniuose pavyzdžiuose pastato, jo aprūpinimo šiluma sistemų gyvavimo ciklo etapai ir vyraujantys fiziniai srautai jungiami į didesnes grupes skirtingai, nei jie buvo aptarti [7]. 2 lentelėje yra pateikiami susumuoti pirminės energijos poreikių įvertinimų duomenys, atlikti remiantis [7] pristatytu fiziniu (termodinaminio) pastato gyvavimo ciklo modeliu.

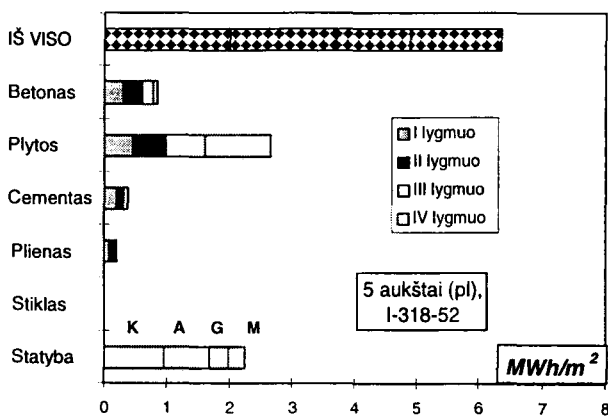
2 lentelė. Pirminės energijos poreikiai skirtingais daugiabučių pastatų gyvavimo ciklo etapais

Table 2. Primary energy (aprox. eqv. exergy) demands at different stages of building life cycle for dwelling houses

Žymėjimas	Pastato gyvavimo ciklo etapai	Pirminė energija, MWh/m^2			
		120-017.2	120-026.2	I-318-52	I-318-91
M	Medžiagų gamyba	2,44	2,83	4,11	7,53
S	Statyba	1,97	1,53	2,24	4,06
E1	Šildymas ir vėdinimas	13,35	17,76	19,60	24,01
E2	Karštas vanduo	8,12	8,27	9,88	9,21
E3	Apšvietimas	6,83	6,83	6,83	6,83
E4	Buitinė technika	3,75	3,56	3,62	3,57
E5	Einamieji remontai	3,39	3,36	4,89	8,92
R1	Renovacija I	2,21	2,18	3,18	5,80
R2	Renovacija II	2,21	2,18	3,18	5,80
G	Nugriovimas	0,59	0,46	0,67	1,22
	Iš viso per PGC	44,86	48,95	58,21	76,94

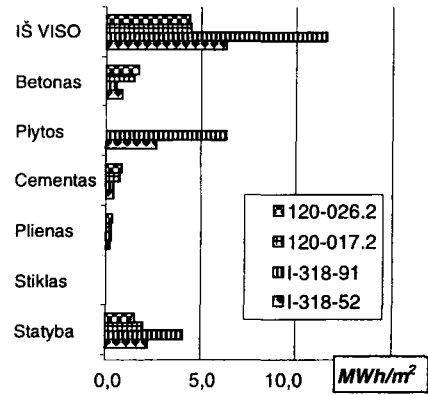
Medžiagų ir gaminių gamyba statybai sudaro M etapą. Statybos tikslų formavimas, planavimas, derinimas, tyrinėjimas, projektavimas bei statyba sudaro S etapą. Pastaroji sąvoka "statyba" suprantama kaip šio proceso administravimas, darbo jėga, paslaugos, transportavimas, mechanizmų naudojimas, energijos, kuro naudojimas. Eksploatavimas ir einamasis remontas sudaro etapą E. Medžiagų ir gaminių gamyba renovacijai, renovacijos tyrinėjimas, projektavimas ir atlikimas sudaro etapą R. Pastato nugriovimas, atliekų ir sklypo regeneravimas, duomenų sisteminimas, naujų technologijų kūrimas sudaro etapą G. M, S ir G etapai pagal gaminių gyvavimo ciklo vertės principą sudaro pastato gyvavimo ciklo vadinamąsias vienkartinės vertes, o eksploatacija ir einamasis remontas E – pasikartojančias vertes. Einamajam remontui šiame modelyje priskiriamos priemonės, kurių atlikimo periodiškumas nesiekia 20 metų, ir jos įtraukiamos į eksploataciją. Renovacija R formaliai priskiriama prie vienkartinę verčių, tačiau ji turi ir pasikartojančių verčių požymių. Jai priskiriami ir pastato posistemų atnaujinimai, kurių gyvavimo trukmė daugiau kaip perpus kartus trumpesnė nei pastato gyvavimo ciklas, bet kurie nepriskiriami eksploatacijai. Toks priskyrimas grindžiamas dar ir tuo, kad renovacijos apimties numatomos atskiru tikslų formavimo, projektavimo ir atlikimo etapu. Pastato gyvavimo cikle galima numatyti ne vieną renovaciją.

Toliau aptariamos šių vertinimų prielaidos, kiti komentarai.



1 pav. Pirminės energijos poreikis 5 aukštų plytinio gyvenamojo namo medžiagų gamybai ir statybai

Fig 1. Primary energy demands of five-storey brick houses for material processing and construction



2 pav. Pirminės energijos poreikis gyvenamųjų namų medžiagų gamybai ir statybai

Fig 2. Primary energy demands for material processing and construction of dwelling houses

3.1. Tiesioginis pirminės energijos poreikių medžiagoms ir statybai įvertinimas

Pirminės energijos poreikių medžiagoms ir statybai įvertinimų kai kurie duomenys parodyti 1 ir 2 paveiksluose. Tai atlikta tiesiogiai remiantis projektų duomenimis, atsižvelgiant į darbe [8] atliktus medžiagų gamybos pirminės energijos poreikių įvertinimus. Techniniuose pastatų dokumentuose pateikiama informacija apie cemento, plieno, betono, plytų ir medžio poreikius. Papildomai buvo įvertintas stiklo poreikis. Pastarųjų dviejų medžiagų energinės dalys šio tipo pastatuose siekia tik 0,3% ir toliau ne visuomet išskiriamos iš bendrųjų rodiklių.

Atsižvelgiant į [9] pateiktus santykinis duomenis, statybos procesui tenka 30% visos pastato sukūrimui reikalingos energijos (administravimas, darbo jėga, paslaugos – 11%, transportavimas, mechanizmų naudojimas – 4%, kuro sąnaudos – 15%). Be to, įvertinant energijos sąnaudas statybai atsižvelgta, kad lyginamosios darbo laiko sąnaudos 120-017.2 pastatui yra 1,76 karto didesnės nei 120-026.2, o I-318-91 – net 2,7 karto didesnės nei 120-026.2.

Lyginamosios energijos sąnaudos pagrindinėms medžiagoms (cementui, betonui, plienui, plytom, stiklui) įvertintos remiantis [8] gautais duomenimis ir jų lygiais. IV lygio sąnaudos 5 aukštų stambiaplokščiam pastatui yra 2,44 MWh/m², o 9 aukštų pastatui – 2,83 MWh/m². Atitinkamai plytiniams pastatams 4,11 MWh/m² ir 7,53 MWh/m².

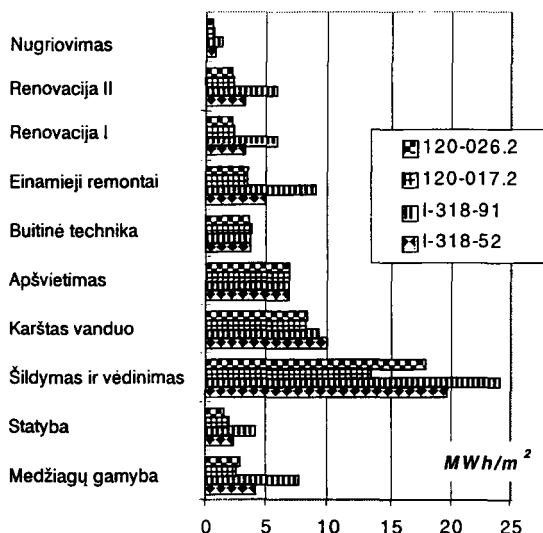
Įvertinus ir statybos procesą šios reikšmės stambiaplokščiams namams tampa artimesnės viena kitai ir

atitinkamai lygios 4,42 MWh/m² ir 4,36 MWh/m². JAV mokslininkų duomenimis [9], šis rodiklis daugiabu-
čiams namams įvertinamas 2,45 MWh/m². Skirtumui
paaikškinti pakaktų paminėti tiek medžiagų gamybos,
tiek statybos technologijų lygio skirtumus.

3.2. Tiesioginis pirminės energijos pasikartojančių poreikių įvertinimas

Tolesniam nagrinėjimui buvo pasirinkta 80 metų pastato gyvavimo ciklo trukmė, iš kurių 2 metus pastatas negali būti naudojamas pagal paskirtį (statyba, renovacija, nugriovimas).

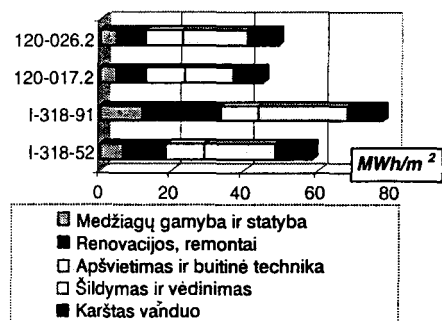
Gauti pasikartojančių pirminės energijos poreikių (pastato eksploatacijai ir einamajam remontui) rezultatai šiems pastatams parodyti 3 ir 4 paveiksluose. Nagrinėjamų pastatų duomenys skaičiavimų komentaruose pateikiami šia tvarka: penkių bei devynių aukštų stambiaploščiams ir penkių bei devynių aukštų plytiniam. Šilumos poreikiai šildymui per pastato gyvavimo ciklą Vilniuje, atsižvelgiant į šildymo sezono ribų temperatūras (18/8°C) [10] bei šilumos pritekėjimus, atitinkamai yra 9,28 bei 12,35 MWh/m² stambiaploščiams ir 13,63 bei 16,70 MWh/m² mūriniam. Karštam vandeniui paruošti (pašildymui ir recirkuliacijai) tokiuose pastatuose reikia atitinkamai 6,46 bei 6,56 MWh/m² ir 7,85 bei 7,30 MWh/m². Iš viso šilumos, neatsižvelgiant į jos gamybos būdą ir termodinaminę vertę, šiems pastatams per jų gyvavimo ciklą reikia 15,74 bei 18,91 MWh/m² ir 21,48 bei 23,99 MWh/m².



3 pav. Pirminės energijos pasikartojančios sąnaudos daugiabučių pastatų gyvavimo cikle

Fig 3. Primary energy recurrent demands of building life cycle of dwelling houses

Nustatant šiai šilumai pagaminti tradicinėje aprūpinimo šiluma sistemoje su katilu sudeginamą organinį kurą, įvertinamas šilumos paskirstymo ir katilo veikimo sezoninis efektyvumas [11]. Elektros poreikiai šildymo sistemos veikimui įvertinami nustatčius 0,09 MWh/m², o karšto vandens sistemai – 0,05 MWh/m² pirminės energijos.



4 pav. Pirminės energijos bendrosios sąnaudos daugiabučių pastatų gyvavimo cikle

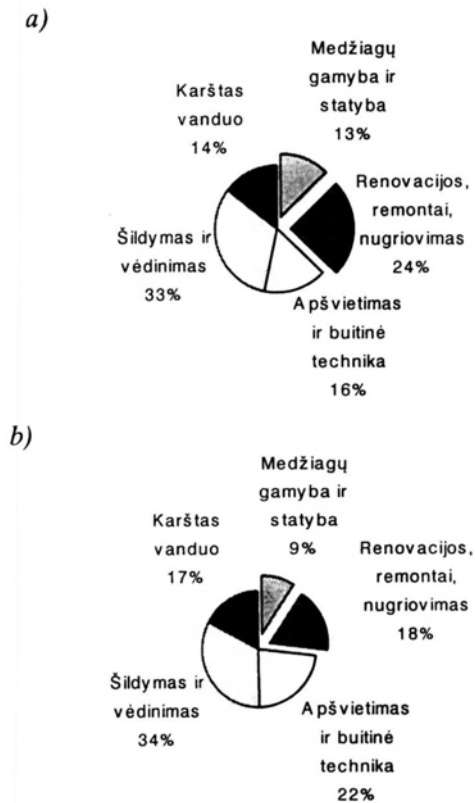
Fig 4. Primary energy total demands for building life cycle of dwelling houses

Vidutiniai elektros poreikiai patalpų apšvietimui vertinami 3 W/m², o buitei technikai – apie 1,5 W/m², o perskaičius į pirminę energiją abiem pastatams poreikiai apšvietimui įvertinami 6,83 MWh/m², o buitei technikai – 3,75 MWh/m². Einamojo remonto energijos poreikiams įvertinti šiame analizės lygyje galima pasinaudoti tik praktiniu rodikliu, kad einamajam remontui kasmet sunaudojama apie 1% pastato vertės. Šis ir kiti procentais išreiškiami santykiniai rodikliai ateityje turėtų būti tikslinami, nes ne visuomet didesnę statybos vertę atitinka proporcingos išlaidos remontams ar renovacijai.

Vadinasi, per nagrinėjamų pastatų gyvavimo ciklą energijos sąnaudos einamajam remontui kinta nuo 3,36 iki 8,92 MWh/m². Pastato gyvavimo daugiau kaip 70–75 metų trukmės cikle logiška numatyti dvi renovacijas (kapitalinius remontus), kurių abiejų vertė vertinama 1,3% kasmetinių atskaitymų nuo pastato vertės. Šiuo atveju nagrinėjamiems pastatams tai sudarytų nuo 4,36 iki 11,6 MWh/m². Kitas būdas paremtas pirminės energijos poreikių apskaičiavimu atskiriems pastato ir inžinerinių sistemų elementams bei jų gyvavimo trukme kaip kartotiniu dydžiu pastato gyvavimo cikle. Stogo vandens ir šilumos izoliacijos gyvavimo trukmė vertinama 15 metų, sienų šilumos

izoliacijos ir langų – 25 metais, inžinerinių sistemų reguliavimo įranga – 10 metų, šilumos šaltiniai – 20 metų, o vamzdynai su radiatoriais – iki 30 metų.

Sujungus pastato gyvavimo ciklo etapus į dar didesnes grupes, galima gauti pirminės energijos poreikių pasiskirstymą tarp pastato konstrukcinės dalies bei mikroklimate sistemų (žr. 5.)



5 pav. Pirminės energijos bendrųjų sąnaudų pasiskirstymas daugiabučių pastatų gyvavimo cikle: a) stambiaplokščiams pastatams; b) plytiniam pastatams

Fig 5. Distribution of primary energy demands of building life cycle of dwelling houses: a) concrete panel buildings b) brick houses

Taigi nagrinėjamuose projektuose, kaip ir kituose daugiabučiuose pastatuose, beveik 3/4 pirminės energijos poreikių sudaro mikroklimate, komforto sistemų poreikiai, o šildymas ir vėdinimas – 1/3 pastato pirminės energijos poreikių. Šių sistemų techninis, pirmiausia termodinaminis tobulumas yra pagrindinis strateginis uždavinys mažinant pirminės energijos poreikius gyvenamuosiuose pastatuose. Kita vertus, šių sistemų nominaliajai galiai ir pastato išorinių atitvarų šiluminėms charakteristikoms taip pat reikia optimalaus suderinimo pastato gyvavimo ciklo pirminės energijos poreikių požiūriu.

4. Išvados

1. Pirminės energijos poreikis nagrinėjamų tipinių daugiabučių pastatų medžiagų gamybai ir statybai, atsižvelgiant į projektinius sprendimus ir statybos darbų technologijos ypatybes, skiriasi. Stambiaplokščiam penkiaaukščiam pastatui jis lygus 4,42 MWh/m², devyniaaukščiam – 4,36 MWh/m², atitinkamai pagal aukštumą mūriniams – 6,35 MWh/m² ir 11,59 MWh/m².

2. Pasikartojantys pirminės energijos poreikiai (pastato eksploatacijai ir einamajam remontui) stambiaplokščiam penkiaaukščiam pastatui lygūs 35,45 MWh/m², devyniaaukščiam – 39,77 MWh/m², atitinkamai pagal aukštumą mūriniams – 44,83 MWh/m² ir 52,54 MWh/m². Šildymui ir vėdinimui reikia apie 40% pirminės energijos, likusioji poreikių dalis tenka karšto vandens ruošimui, apšvietimui, buitinėi technikai ir einamiesiems remontams. Dviem renovacijoms ir nugriovimui pastato gyvavimo cikle tenka nuo 5 iki 12 MWh/m².

3. Esamuose daugiabučiuose pastatuose beveik 3/4 pirminės energijos poreikių sudaro mikroklimate, komforto sistemų poreikiai, o šildymui ir vėdinimui reikia 1/3 pastato gyvavimo ciklo pirminės energijos poreikių. Šių sistemų techninis, pirmiausia termodinaminis tobulumas yra pagrindinis strateginis uždavinys mažinant pirminės energijos poreikius gyvenamuosiuose pastatuose, o jų nominaliajai galiai ir pastato išorinių atitvarų šiluminėms charakteristikoms reikia optimalaus pastato gyvavimo ciklo pirminės energijos poreikių suderinimo.

4. Tokiems pastato gyvavimo ciklo etapams, kaip statybos procesas, remontai, renovacijos, reikia atskiro, detalesnio technologinių procesų termodinaminio įvertinimo, kurio metodinis pagrindas galėtų būti siūlomas pastato gyvavimo ciklo termodinaminis modelis.

5. Šiuo metu, įvertinant pagrindinių konstrukcinių ir izoliacinių medžiagų gamybos bei statybos montavimo procesų energijos poreikius Lietuvoje, patikimais galima laikyti antrojo lygmens technologinio proceso apimties duomenis. Ketvirtojo lygmens energijos poreikių duomenims nustatyti papildomai reikia kitų šalies pramonės šakų energijos poreikių analizės. Statybos pramonės plėtrai prognozuoti reikia šios šakos technologinių procesų monitoringo pagal skirtingus jų apimties lygmenis.

6. Pastato gyvavimo ciklo vertės tyrimams turi būti sukurta reglamentuota valstybinė sistema, vertinti proceso dalyvius stebėti ir registruoti pastato gyvavimo ciklo tiek fizinius, tiek ekonominius duomenis, išvestinius rodiklius. Savo veikloje šiais deriniais galėtų naudotis pastato gyvavimo ciklo dalyviai (mokslininkai, projektuotojai, statytojai, savininkai).

Literatūra

1. Э. К. Завадскас. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства. Ленинград: Стройздат, 1991. 256 с.
2. V. Martinaitis. Lietuvos pastatų šiluminio renovavimo mikroekonominis tikslingumas // Aplinkos inžinerija, Nr. 1(3), V.: Technika, 1995, p. 4-19.
3. Lietuvos energetika'97 / Lietuvos ūkio ministerija, Lietuvos energetikos institutas, 1998.
4. V. Martinaitis. Pastato tarnavimo ciklo termodinaminio vertinimo veiksniai // Statyba, 3(7), V.: Technika, 1996, p. 75-84.
5. Я. Шаргут, Р. Петела. Эксергия / Перевод с польского. Под ред. В.М. Бродянского. Москва: Энергия, 1968. 279 с.
6. Эксергетические расчеты технических систем: Справ. пособие / Под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. АН УССР. Инст. технической теплофизики. Киев: Наук. думка, 1991. 360 с.
7. V. Martinaitis. Pastato gyvavimo ciklo energinio ir ekologinio įvertinimo modelis // Aplinkos inžinerija, VI t., Nr. 2, V.: Technika, 1998, p. 64-71.
8. K. Čiuprinskas, V. Martinaitis. Pirminės energijos poreikių statybinėms medžiagoms nustatymo ypatumai // Statyba, Nr. 3(11), V.: Technika, 1997, p. 35-43.
9. B. Stein, J. S. Reynolds. Mechanical and electrical equipment for buildings. New York: Wiley cop. 8th ed., 1992. 1627 p.
10. V. Martinaitis. Analytic calculation of degree-days for the regulated heating season // International Journal of Research Applied to Energy Efficiency in the Built Environment. Energy and Buildings 28, Elsevier Science S.A., 1998, p. 185-189.
11. V. Martinaitis. Sezoninis šildymo katilo efektyvumas Lietuvos klimato sąlygomis // Lietuvos mokslo darbai. Energetika, 1997, Nr. 4, p. 88-93.

Įteikta 1998 12 03

THE DEMAND FOR EXERGY DURING THE LIFE CYCLE OF DWELLING HOUSES

V. Martinaitis

Summary

The heat demand for heating and ventilation of dwelling houses depends on the *climate* and *thermal characteristics of buildings*. Energy is consumed not only in the process of maintenance of a building, but also for constructing it. The aim of current research is to assess the needs of a building life cycle (constructing, maintenance, demolition) expressed in energy units.

In order to determine the energy demand of the building life cycle, lasting from a few decades to a century, the *thermodynamic* methodology is used. The chosen method is based on a systematic approach, applying analysis through combination of approaches such as *thermodynamics exergic* approach and method of an economic life cycle. The *exergic* method describes the energy of different types not only by its quantity, but also by the quality, ie it evaluates different forms of energy and its sources by the same quality criteria.

According to the design data of four main types of blocks of flats, based on splitting the thermodynamic model into special stages and analysing data of the primary energy consumption of material processing, and the stages of it, the comparative primary energy consumption levels are defined for the principal building material production and the construction process.

Primary energy consumption for typical block of flats construction material processing (forming construction goals, planning, research, coordination, designing, management of the construction process, labour force costs, service costs, transportation, use of machinery, energy and fuel consumption) is different as regards the design variations and construction work technology. For the concrete panel five-storey building it amounts to 4,42 kWh/m², for a nine-storey building 4,36 kWh/m², for a five-storey brick house 6,35 kWh/m², and 11,59 kWh/m² for a nine-storey building.

Regular primary energy consumption needs (maintenance and repairs) for a concrete panel five-storey building are 35,45 kWh/m², for a nine-storey building 39,77 kWh/m², for a five-storey brick house 44,83 kWh/m², and 52,54 kWh/m² for a nine-storey building. 40 per cent of the consumed energy is used for heating and ventilation, the rest of it is used for hot water preparation, lighting, home appliances and repairs. Two renovations and demolition of a building (manufacture of materials and products for renovation, research, designing, realization of the projects, demolition of the building, regeneration of the territory and the waste, systemating the data, development of a new technology) need within the building life cycle from 5 to 12 kWh/m² of energy.

In the existing blocks of flats almost three fourths of energy are used for microclimate and comfort systems, whereas heating and conditioning require one third of primary energy used within the building life cycle. The main strategy for diminishing the level of primary energy consumption in dwelling houses is aimed at developing of technical, mostly thermodynamic, features of heating systems and considering nominal power of those systems and the heating characteristics of exterior surfaces, the optimal coordination of building life cycle energy demands.

Vytautas MARTINAITIS. Doctor, Associated Professor. Department of Heating and Ventilation. Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, Lithuania.

Doctor's degree at Belorussian Polytechnical Institute (1982, power engineering and thermoengineering). Since 1989 he has been working at Vilnius Technical University. Research courses: in Belorussia (1982), Spain (1992-1993), Switzerland (1993-1994), the UK (1995). Research interests: optimization of energy consumption in buildings.