

TECHNOLOGICAL DECISION MODELLING OF THE DWELLING HOUSE WALLS INSULATION

A. Juodis & R. Janušaitis

To cite this article: A. Juodis & R. Janušaitis (1998) TECHNOLOGICAL DECISION MODELLING OF THE DWELLING HOUSE WALLS INSULATION, *Statyba*, 4:2, 155-160, DOI: [10.1080/13921525.1998.10531396](https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531396)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531396>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 78

GYVENAMŲJŲ NAMŲ SIENŲ ŠILTINIMO TECHNOLOGINIŲ SPRENDIMŲ MODELIAVIMAS

A. Juodis, R. Janušaitis

1. Įvadas

Didelę pastatų eksploatacijos išlaidų dalį sudaro šildymo išlaidos. Naudojant pastatus 50 ir daugiau metų bendrosios šildymo išlaidos viršija pradinę pastatų kainą. Šildymo išlaidas galima mažinti įvairiais būdais, taip pat projektuojant numatyti efektyvius statybos sprendimus, leidžiančius taupyti šilumą.

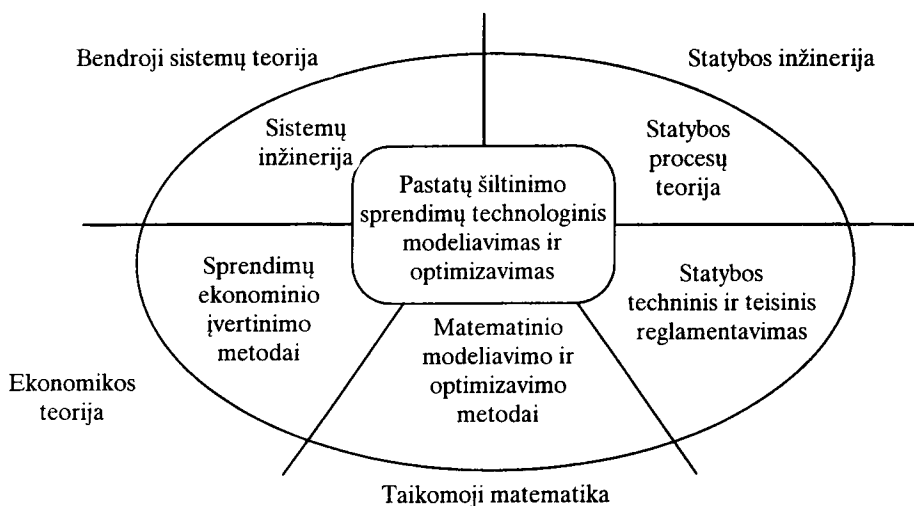
Tyrinėjimo požiūriu pastatų šiltinimo sprendimai yra daugiaspektiniai, daugiavariantiniai, todėl jiems nagrinėti yra naudojami kitų mokslo sričių laimėjimai (1 pav.).

Šiame straipsnyje yra nagrinėjami gyvenamųjų pastatų išorinių sienų šiltinimo technologinių sprendimų modeliavimo klausimai.

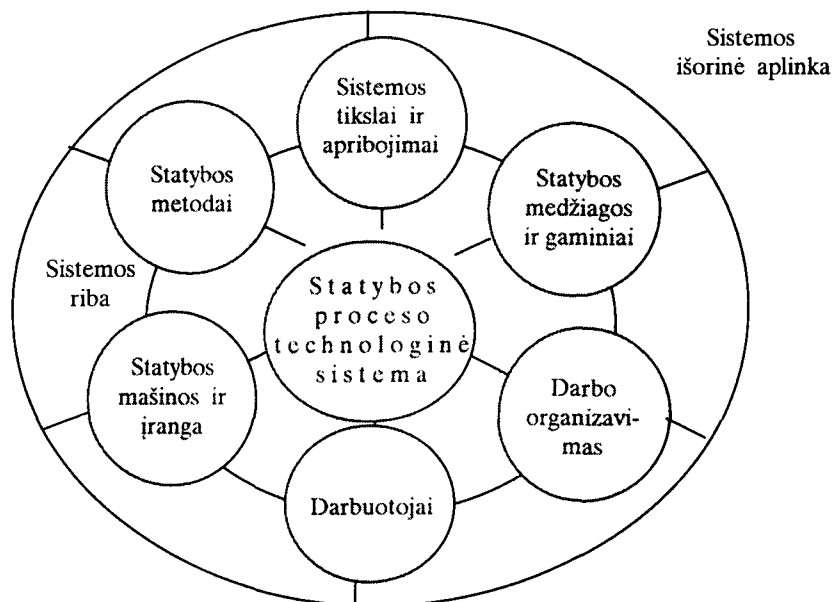
2. Sienų šiltinimo technologinių sprendimų struktūrizavimo metodologija

Technologinių sprendimų struktūrizavimo ir modeliavimo metodologijos pagrindą sudaro sistemų

inžinerija (Systems Engineering). Ši metodologija įgalina tikslingai atvaizduoti ir optimizuoti kompleksines sistemas. Sistemų inžinerija kaip mokslas atsirado kaip bendrosios sistemų teorijos raidos rezultatas. Šią teoriją sukūrė austrų biologas Ludwig von Bertalanffy šio šimtmečio 4-ajame dešimtmetyje [1]. Bendrosios sistemų teorijos raidos metu susiformavo įvairios mokslinės kryptys. Jas galima suskirstyti į 2 grupes: bendroji sistemų teorija (General Systems Theory) ir sistemų inžinerija (Systems Engineering). Vokiškai kalbančiose šalyse (Austrijoje, Vokietijoje ir Šveicarijoje) yra vartojama sąvoka "sistemotechnika" (Systemtechnik). Sistemų inžinerija nagrinėja sudėtingų, daugiausia techninių objektų problemų sprendimų metodologinius klausimus. Sistemų inžinerijos metodologijos taikymas įgalina struktūrizuoti pastatų šiltinimo sprendimus, sudaryti sprendimų alternatyvas, o po to taikant atitinkamus įvertinimo metodus atrinkti optimalų sprendimą.



1 pav. Pastatų šiltinimo sprendimų technologinio modeliavimo problemos ryšys su kitų mokslų sritimis
Fig 1. Relations between the problems of the technological decision modelling of wall insulation and other research fields



2 pav. Statybos proceso technologinė sistema
Fig 2. The technological system of the building process

Sistemų inžinerijoje yra vartojama sąvoka „sistema“. „Sistema“ — tai kompleksiskai susijusių, vienas kitą veikiančių elementų visuma. Tokie elementai turi tam tikras savybes ir tarpusavio ryšius, pavyzdžiui, technologinius, informacinius, materialinių srautų ir kt. Sistemos elementų tarpusavio ryšių grafinis vaizdavimas sudaro sistemos struktūrą. Bendroju atveju bet kokio statybos proceso technologinę sistemą sudaro tokie sisteminiai elementai: statybos būdas, statybos medžiagos ir gaminiai, statybos mašinos ir įranga, darbo organizavimas, darbuotojai, proceso tikslai ir apribojimai (2 pav.) [2, 3, 4].

Sienų šiltinimo technologinių sprendimų struktūrizavimas leidžia sudaryti tinklinį technologinį modelį. Toks tinklinis technologinis modelis vaizduoja alternatyvius technologinius sprendimus, įgalina analizuoti ir optimizuoti projektuojamos statybos procesus [5]. Tinklinio modeliavimo metodai atsirado 1950-ųjų metų pradžioje, taikant sistemų inžinerijos metodologiją Prancūzijoje ir JAV beveik tuo pačiu metu [6]. Prancūzijoje buvo sukurtas vadinamasis „kritinio kelio metodas“, kuris pritaikytas didelio chemijos fabriko projektavimui ir statybai. JAV šis metodas vadinamas „mazginių įvykių tinklu“ (PERT). Jis pritaikytas kuriant gynybines sistemas. Tinklinio modeliavimo metodai paplito įvairiose mokslo ir praktikos srityse ir įgavo tam tikras naujas modifikacijas. Sienų šiltinimo alternatyvių sprendimų techno-

loginis modelis yra sudaromas klasikinio tinklinio modelio pagrindu, suteikiant jam naują taikymo modifikaciją.

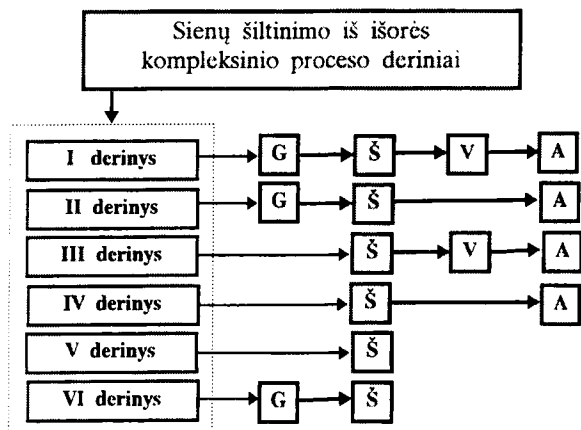
3. Gyvenamųjų namų sienų šiltinimo technologinio tinklinio modelio sudarymas

Šio tyrimo technologinio modeliavimo objektas yra pastatytų gyvenamųjų namų sienų šiltinimo iš išorės procesas. Statybinės šiluminės fizikos požiūriu sienų šiltinimas iš lauko turi didesnių privalumų, negu patalpų šiltinimas iš vidaus. Sienų šiltinimo darbai netrukdo gyventojams, nesumažėja patalpų plotas, netrukdo šildymo prietaisai ir t.t.

Sienų šiltinimo technologinio tinklinio modelio sudarymo pagrindiniai etapai:

1. Sudaromi sienų šiltinimo kompleksinio proceso deriniai.
2. Nustatomi sienų šiltinimo dalinių procesų galimi variantai.
3. Nustatomi sienų šiltinimo dalinių procesų variantų technologiniai ryšiai.

Sienų šiltinimo iš išorės kompleksinį procesą gali sudaryti keturi daliniai procesai: garo izoliacijos įrengimas (G), šilumos izoliacijos įrengimas (Š), vėjo izoliacijos įrengimas (V) ir apdailos įrengimas (A). Nagrinėjamas kompleksinis sienų šiltinimo procesas gali turėti įvairius derinius (3 pav.).



3 pav. Sienų šiltinimo iš išorės kompleksinio proceso galimi variantai

Fig 3. The possible combinations of wall insulation from outside

Iš 3 pav. matyti, kad sienų šiltinimo iš išorės kompleksinį procesą gali sudaryti ir vienas dalinis procesas. Tai būtų tas atvejis, kai esamų gyvenamųjų namų statybos metu išorinėje sienoje buvo paliktas oro tarpas, kuris gali būti pripildytas įpurškiamos per išgręžtas sienoje kiaurymes specialios šilumos izoliuo-

1 lentelė. Šilumos izoliacijos įrengimo variantai

Table 1. The variants of installing wall insulation

Dalinio proceso varianto kodas	Sienų šiltinimo iš išorės dalinio proceso pavadinimas: dalinio proceso variantai (trumpas apibūdinimas)
	<u>Šilumos izoliacijos įrengimas:</u>
Š1	– mechanizuotai įpurškiant izoliacinę medžiagą "šlapiu" būdu į oro tarpą;
Š2	– priklijuojant ir mechaniškai tvirtinant izoliacines plokštes bei paruošiant pakabinamąjį armatūros karkasą su metaliniu tinklu;
Š3	– mechaniškai tvirtinant paruoštus terminius paketus ir metalinį tinklą;
Š4	– mechaniškai tvirtinant paruoštus terminius paketus be metalinio tinklo;
Š5	– tik mechaniškai tvirtinant izoliacines plokštes;
Š6	– klijuojant ir mechaniškai tvirtinant izoliacines plokštes;
Š7	– tik klijuojant izoliacines plokštes prie izoliuojamojo paviršiaus;
Š8	– įrengiant medinį karkasą ir mechaniškai tvirtinant izoliacines plokštes;
Š9	– įrengiant medinį karkasą ir mechanizuotai įpurškiant "šlapiu" būdu izoliacinę medžiagą į karkaso vidų;
Š10	– įrengiant karkasą iš cinkuotos skardos elementų ir mechaniškai tvirtinant izoliacines plokštes;
Š11	– kartu montuojant apdailos terminius blokus ir karkasą iš specialių aliuminio profilių;
Š12	– įrengiant medinį karkasą ir mechaniškai tvirtinant apdailos izoliacines plokštes bei užtaisant siūles;
Š13	– įrengiant karkasą iš specialių aliuminio profilių ir mechaniškai tvirtinant izoliacines plokštes.

jamosios medžiagos. Šis sienų šiltinimo metodas sukurtas Danijoje ir apibūdinamas kaip "Thermo-Lun" technologinė sistema.

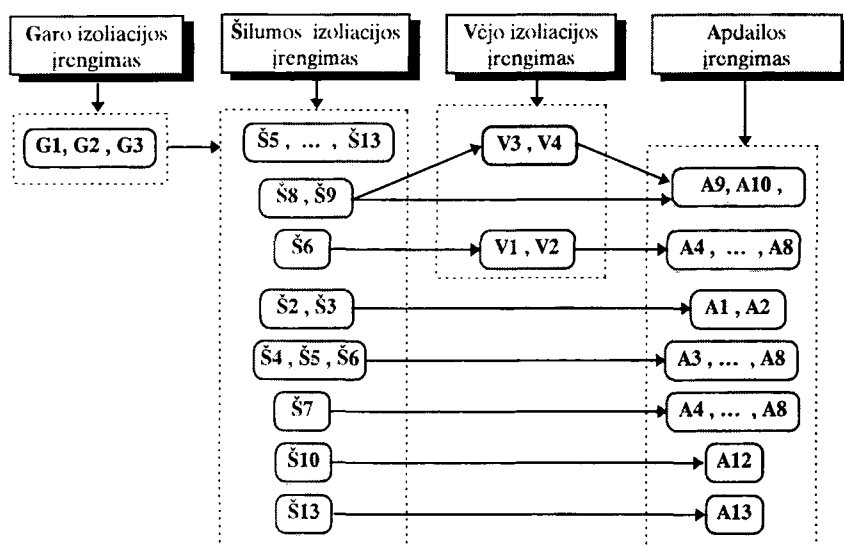
Dabartiniu metu Lietuvoje ir užsienyje taikoma daug ir įvairių technologinių sistemų: "Termonit", "Parmiterm", "Eternit", "Dryvit", "Daymond", "EWSS", "Paroc MS-05", "Herkules", "Foamglas", "Capatect-si-system" ir kitos [7, 8]. Kiekviena sienų šiltinimo sistema turi savo privalumų ir trūkumų. Keičiant sistemoje atskirus konstrukcinius elementus ir taikant įvairius darbų vykdymo metodus, galima sudaryti daug alternatyvių sienų šiltinimo sprendimų. Dėl sukurtų ir taikomų praktiškai sienų šiltinimo technologinių sistemų ir jų techninių - konstrukcinių sprendimų analizės buvo nustatyti galimi dalinių procesų variantai. 1 lentelėje pateikti šilumos izoliacijos įrengimo alternatyvūs sprendimai.

Iš lentelės matyti, kad daliniuose procesuose gali būti naudojamas medinis arba metalinis specialių profilių karkasas, įvairios izoliacinės medžiagos ir gaminiai, taikomi skirtingi arba panašūs darbų atlikimo būdai. Alternatyvūs sprendimai analogiškai sudaromi ir kitiems gyvenamųjų pastatų sienų šiltinimo daliniams procesams: G, V ir A (2 lentelė).

2 lentelė. Sienų šiltinimo dalinių procesų G, V ir A sprendimų variantai

Table 2. The variants of G, V and A partial processes of wall insulation decisions

Dalinio proceso varianto kodas	<u>Sienų šiltinimo iš išorės dalinio proceso pavadinimas:</u> dalinio proceso variantai (trumpas apibūdinimas)
G1 G2 G3	<u>Garų izoliacijos įrengimas:</u> - klijuojant rulonines izoliacines medžiagas prie izoliuojamojo paviršiaus; - tinkuojant specialiu skiediniu (izoliacijos storis 10 - 12 mm); - užpurškiant mastikas (izoliacijos storis 2 - 3 mm).
V1 V2 V3 V4	<u>Vėjo izoliacijos įrengimas:</u> - klijuojant izoliacines plokštes prie izoliuojamojo paviršiaus; - mechaniškai tvirtinant izoliacines plokštes prie izoliuojamojo paviršiaus; - iš mechaniškai tvirtinamų prie medinio karkaso ruloninių medžiagų; - mechaniškai tvirtinant izoliacines plokštes prie medinio karkaso.
A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13	<u>Apdailos įrengimas:</u> - tinkuojant ant metalinio tinklo 28 - 30 mm storio tinku ir dažant fasadiniais dažais; - tinkuojant ant metalinio tinklo 38 - 40 mm storio "šiltu" tinku ir dažant specialiais dažais; - mūrijant pusės plytos sienutę ir sudedant inkarinius kaiščius - pleištus; - tinkuojant 4 - 6 mm storio tinku - glaistu ir dažant fasadiniais dažais; - tinkuojant 8 - 10 mm storio apdailos tinku (be dažymo); - tinkuojant 8 - 10 mm storio faktūriniu tinku (be dažymo); - klijuojant su mastika apdailos keramines plyteles; - mechanizuotu būdu užpurškiant mastiką ir trupinto akmens grūdelius; - tvirtinant medines dailylentes prie medinio karkaso ir dažant jas specialiais dažais; - tvirtinant užleidžiamas plastikines (PVC) dailylentes prie medinio karkaso; - tvirtinant apdailines - fasadines plokštes prie medinio karkaso ir sudedant "sausu" būdu intarpus į siūles; - užkabinant ant metalinio karkaso betonines plyteles ir užtaisant siūles mastika; - tvirtinant apdailines - fasadines plokštes, lakštus prie metalinio karkaso ir sudedant "sausu" būdu intarpus į siūles.



4 pav. Sienų šiltinimo dalinių procesų variantų technologiniai ryšiai

Fig 4. The technological relations of variants of partial wall insulation processes

Sienų šiltinimo dalinių procesų galimų sprendimų analize buvo nustatyti technologiniai ryšiai tarp skirtingų dalinių procesų variantų (4 pav.).

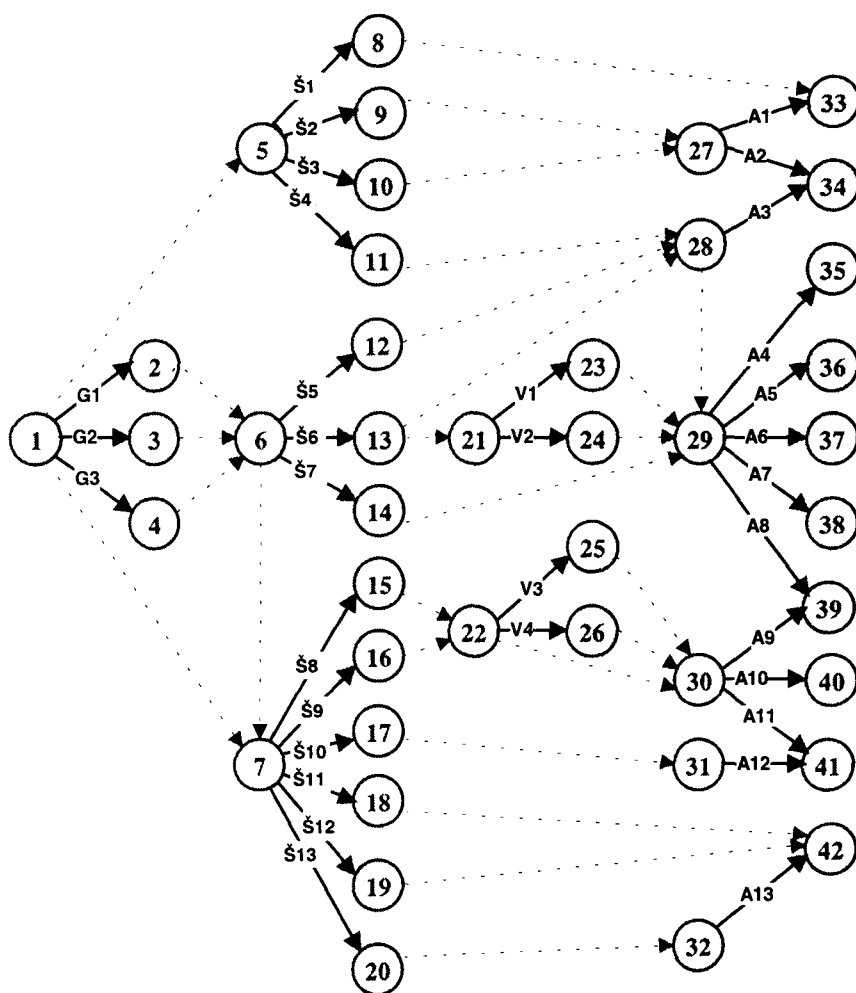
Sudarant sienų šiltinimo kompleksinio proceso technologinį tinklinį modelį, grafiškai vaizduojami alternatyvių sprendimų mazgai. Tai yra tokie mazgai, į kuriuos įeina arba išeina vieno bet kurio dalinio proceso ne mažiau kaip du variantai arba priklausomybės. Šiuo atveju būtina laikytis sąlygos, kad nagrinėjami to paties dalinio proceso variantai yra tarpusavyje nepriklausomi. Tai yra esminis technologinio tinklinio modelio sudarymo pagrindas.

Remiantis 3 ir 4 pav. duomenimis ir pateikta metodika, sudarytas sienų šiltinimo iš išorės kompleksinio proceso technologinis tinklinis modelis (5 pav.).

5 paveiksle yra naudojami tokie sutartiniai žymėjimai:

- ①, ⑥ — tinklinio modelio mazgai (įvykiai);
- ⋯→ — priklausomybės (fiktyvus darbas);
- G1→ — technologiniai dalinių procesų variantai.
- Š6→

Taigi pateikto nagrinėjamo proceso technologinis tinklinis modelis siūlo įvairias sienų šiltinimo alternatyvas ir gali būti taikomas sprendimams įvertinti ir optimizuoti.



5 pav. Sienų šiltinimo iš išorės kompleksinio proceso technologinis tinklinis modelis (TTM)

Fig 5. Technological network model of wall insulation from outside

4. Išvados

Taikant sistemų inžinerijos metodologiją galima struktūrizuoti statybos procesus ir grafiškai vaizduoti alternatyvių technologinių sprendimų įvairovę. Gyvenamųjų namų išorinių sienų šiltinimo tyrimų dėka yra sudarytas technologinis tinklinis modelis, kuris įgalina analizuoti, įvertinti ir optimizuoti sienų šiltinimo sprendimus. Pateikta metodika gali būti taikoma įvairiems statybos procesams modeliuoti, įvertinti ir optimizuoti.

Literatūra

1. V. Ludvig Bertalanffy. General System Theory. New York, 1973. 89 p.
2. E.K. Zavadskas, A. Kaklauskas. Pastatų sistemoteknisinis įvertinimas. V.: Technika, 1996. 279 p.
3. A. Juodis, R. Janušaitis. Statybos technologinės sistemos sąvoka // Konferencijos "Statybinės medžiagos ir dirbiniai" pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 1993, p. 175 - 176.
4. A. Juodis, G. Viliūnas. Statybos procesų optimizavimas // Konferencijos "Statyba ir architektūra" pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 1997, p. 152 - 156.
5. R. Janušaitis. Tinklinio modelio taikymas gyvenamųjų pastatų sienų apšiltinimo optimizavimui // Konferencijos "Statyba ir statybos pramonė" pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 1997, p. 143-147.
6. Meyer, Berg, Zogg, Müller. Netzplantechnik - Grundlagen, Methoden, Praxis. Zürich: Verlag industrie Organisation, 1973. 256 S.
7. R. Janušaitis. Renovuojamų pastatų sienų apšiltinimo technologija // Statyba ir architektūra, Nr. 1, 1996.
8. A. Juodis, R. Janušaitis. Naujai statomų pastatų apšiltinimo technologija // Konferencijos "Statyba ir statybos pramonė" pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 1995, p. 206 - 207.

Įteikta 1998 06 16

TECHNOLOGICAL DECISION MODELLING OF THE DWELLING HOUSE WALLS INSULATION

A. Juodis, R. Janušaitis

S u m m a r y

The article investigates the problems of technological decision modelling of wall insulation in dwelling houses. The system engineering is the base of that technology. The methodology represents and optimises the systems of complex building processes. After that it is possible to develop the alternatives.

On a systematic engineering methodological basis, there was created a technological network model of the decisions of wall insulation. This model has been constructed on the base of classical net model with a new modification for application provided.

The main stages of technological network model of wall insulation are:

- a) formation of complex combination process;
- b) establishment of possible variants of the partial process;
- c) technological connection among those (b and c) processes.

The implementation alternatives of the analysed process have pointed out in the technological net model for the decisions of wall insulation. Such a model enables to analyse, to evaluate and to optimise the decisions of wall insulation.

Arvydas JUODIS. Doctor (social sciences), Associate Professor. Head of Building Department. Kaunas University of Technology, Studentų 48, 3031 Kaunas.

PhD thesis on modelling of work productivity in building construction 1976, Vilnius Civil Engineering Institute. Author of 76 articles and other publications. Research interests: mathematical modelling and optimisation of building process, projects management.

Rolandas JANUŠAITIS. Doctoral student. Department of Building. Kaunas University of Technology, Studentų 48, 3031 Kaunas.

A graduate of Kaunas University of Technology (1991). Doctoral studies at Kaunas University of Technology (1993-1998). Author of 6 publications. Research interests: technology and organization of building, building thermal renovation.