

PLOKŠČIŲJŲ EKSPLOATUOJAMŲJŲ STOGŲ NUOLYDŽIŲ MODELIAVIMAS
ESANT RIBINIAMS NUOLYDŽIAMS

Romas Rasiulis

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas**El. paštas:romarasi@gmail.com*

Santrauka. Nagrinėjama projektuotojų, medžiagų gamintojų ir tiekėjų siūlomi eksploatuojamųjų stogų, skirtų automobilių stovėjimo aikštelėms, įrengimo variantai, pateikti Lietuvos Respublikos teisės aktų reikalavimai šio tipo stogams. Išnagrinėti stogo nuolydžiai įvairiose vietose esant ribiniams stogo nuolydžiams. Parodyta, kad naudojant prilydomąsias ritinines dangas esant minimaliam nuolydžiui yra neužtikrinamas eksploatuojamo stogo patikimumas. Siūloma sugriežtinti eksploatuojamųjų stogų įrengimo reikalavimus.

Reikšminiai žodžiai: hidroizoliacija, stogo nuolydis, eksploatuojamas stogas, plokščias stogas.

Įvadas

Miestuose nuolat didėjant transporto priemonių spūstims, automobilių statymo problema tampa vis opesne. Dėl žemės stygiaus bei nuolatinio jos kainų augimo automobilių aikštelės virsta daugiaaukščiais arba požeminiais statiniais. Todėl natūralu, kad visuomet stengiamasi išnaudoti ir tokių statinių stogus – jie tampa papildoma, transporto priemonėms laikyti skirta erdve arba gali būti įrengiami kaip pėsčiųjų zona. Tokiam eksploatuojamam stogui keliami griežti reikalavimai – tai turi būti vandeniui nelaidi konstrukcija, sauganti konstrukcijos elementus nuo erozijos bei korozijos ir atlaikanti transporto priemonių apkrovas, plotas turi būti saugus eismo dalyviams ir, be abejo, estetiškos išvaizdos.

Šiuo metu pramonė gali pasiūlyti plačiausią spektrą įvairiausių medžiagų, skirtų plokščių stogų hidroizoliacijai, tinkamai jas panaudojus stogas gali tarnauti 30 metų ir daugiau. Tačiau pradėjus eksploatuoti plokščiuosius stogus, ant kurių įrengiamos automobilių stovėjimo aikštelės, sulaukta daugybės skundų ir susidurta su dar aktualesne problema – nepakankamu šio tipo stogų patikimumu. Kaip žinoma, pagrindinės stogo patikimumą užtikrinančios sąlygos yra teisingas projektinis sprendimas, kokybiškų medžiagų naudojimas ir griežtas stogo darbų technologijos laikymasis, nors praktikoje tai ne visada įgyvendinama. Savo straipsnyje Walter ir kt. (2004) suklasifikavo dažniausiai pasitaikančių defektų rūšis ir priežastis.

Analizuojant šią problemą buvo išnagrinėta: LR teisės aktų reikalavimai (STR 2.05.02:2008), keliami eksploatuojamiems stogams, išanalizuota stogo dangų gamintojų tiekiamą produkciją, produkcijai keliami reikalavimai ir klo-

jimo technologija (UAB „Gargždų mida“). Įvertintas įvairių eksploatuojamųjų stogų dangų tinkamumas. Išanalizuoti jau įrengtų stogų defektai, t.y. daugiabučio namo požeminė stovėjimo aikštelė Nemenčinės gatvėje (Vilniuje), daugiabutis namas Krokuvos gatvėje (Vilniuje), pažas Šv. Stepono gatvėje (Vilniuje), Prekybos ir pramogų centro „Akropolis“ komplekso daugiaaukštė automobilių stovėjimo aikštelė Kaune – visų šių pastatų eksploatuojami stogai praleidžia vandenį. Minėtų stogų hidroizoliacijai panaudota prilydoma ruloninė arba tarp savęs sulydyta stogo danga. Visais atvejais nuolydis buvo arba per mažas, arba jo iš vis nebuvo. Panašios problemos gali kilti eksploatuojant žaliuosius stogus, kurie gali būti įrengiami tiek dėl estetinių, tiek dėl ekonominių savybių (Nyuk Hien Wong *et al* 2003).

Straipsnio pabaigoje pasiūlyti galimi eksploatuojamųjų stogų nepakankamo patikimumo problemų sprendimo variantai, taip pat praktinės priemonės eksploatuojamųjų stogų patikimumui didinti.

Esama padėtis

Tyrimų objektu buvo pasirinktas eksploatuojamas stogas, skirtas automobilių stovėjimo aikštei. Tokio tipo stogą nagrinėsime tik nuolydžio formavimo ir hidroizoliacijos aspektu. Straipsnyje nenagrinėsime kitų eksploatuojamo stogo sluoksnių, t.y. šilumos izoliacijos, garo izoliacijos, hidroizoliacijos apsauginio sluoksnio ir pan. Ypatingą dėmesį reikėtų skirti vandens drenuojamo sluoksnio įrengimui, nes net esant tinkamam stogo nuolydžiui vanduo negali laisvai nutekėti ir anksčiau ar vėliau jis taps pralaidus vandeniui.

Stogo hidroizoliacijos įrengimui galimi trys variantai: įvairios teptinės mastikos, plėvelinės dangos ir bituminės polimerinės ruloninės prilydomos arba įvairiomis mastikomis klijuojamos stogo dangos. Šiuo atveju nagrinėsime tik rulonines stogo dangas.

Pagrindiniai kriterijai, kuriais reglamentuojamas stogų įrengimas, tai: plokščiųjų eksploatuojamųjų stogų nuolydis turi būti ne mažesnis kaip 0,7 ir ne didesnis kaip 7. Įrengiant stogus su nuolydžiu nuo 0,7 iki 1,4, turi būti naudojami šio nuolydžio stogams specialiai pritaikyti statybos produktai ir konstrukciniai sprendiniai pagal hidroizoliacines dangos gamintojo dangos įrengimo rekomendacijas. Plokščiojo stogo lataukų nuolydis į įlają turi būti ne mažesnis kaip 1.4 (STR 2.05.02:2008; ST 121895674.06:2010; UAB „Gargždų mida“).

Kadangi statinio projektuose stogo nuolydžiai dažniausiai išreiškiami procentais (%), šiame straipsnyje naudosime jų procentinę išraišką.

Stogo nuolydžio kampas apskaičiuojamas pagal (1) formulę:

$$\alpha = \text{arc ctg} (\Delta h/l), \quad (1)$$

čia: Δh – aukščių skirtumas tarp aukščiausios ir žemiausios stogo vietos, m; l – stogo horizontalios projekcijos ilgis, m; stogo nuolydis procentais (%) apskaičiuojamas pagal (2) formulę:

$$i = (\Delta h/l) \times 100, \quad (2)$$

1 lentelėje pateikiami šiame straipsnyje naudojami kritiniai stogo nuolydžių dydžiai laipsniais ir perskaičiuoti į nuolydį procentais.

1 lentelė. Stogo nuolydžių dydžiai laipsniais ir perskaičiuoti į nuolydį procentais

Table 1. Roof slope values in degrees and converted to a percentage of the slope

Stogo nuolydis	
Laipsniais	Procentais
0,7	1,25
1	1,75
1,4	2,5
2	3,49
7	12,28

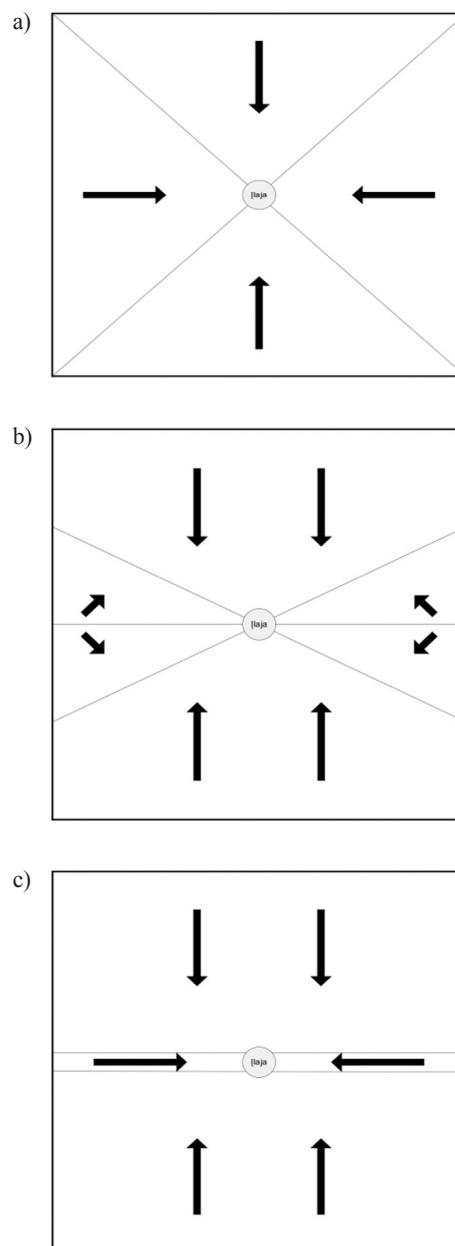
Nagrinėjamas stogas, kurio pagrindinis nuolydis į įlają sudaro 2,5 %, nes šiuo atveju naudojama stogo danga, kuri nėra specialiai pritaikyta mažiems nuolydžiams. Pagal F. Antonin (2007) bandymus žinoma, kad siūlių perdengimui turi įtakos temperatūra, taip pat S. Nil ir kt. (2004) teigia, kad dėl tekėjimo ties pačia siena hidroizoliacija veikiama didžiausiu slėgiu. Šiomis sąlygomis įtempimai sukelti dangoje sumažina membranos storį, dėl ko padidėja vandens ir

garo skvarba. Bituminėms dangoms šis poveikis taip pat iš dalies yra svarus, nes didelis gniuždymo slėgis gali sukelti pratekėjimą per siūles. Įvertiname, kad stogo dangos maksimalus siūlių stiprumas 5–6 kartus mažesnis negu pačios ritininės medžiagos stiprumas (Karablikovas 2007).

Tinkamo stogo nuolydžio formavimas

Stogo nuolydžiams su įlaja centre suformuoti galimi trys pagrindiniai variantai (1 pav.).

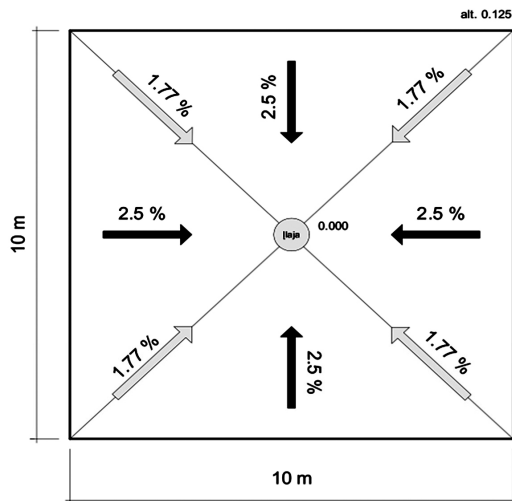
Analizei pasirenkamas 10×10 metrų dydžio stogas, kurio centrinėje dalyje yra sumontuota viena vandens navedimo įlaja.



1 pav. Galimi stogo nuolydžių suformavimo variantai

Fig. 1. Possible ways of roof slope forming

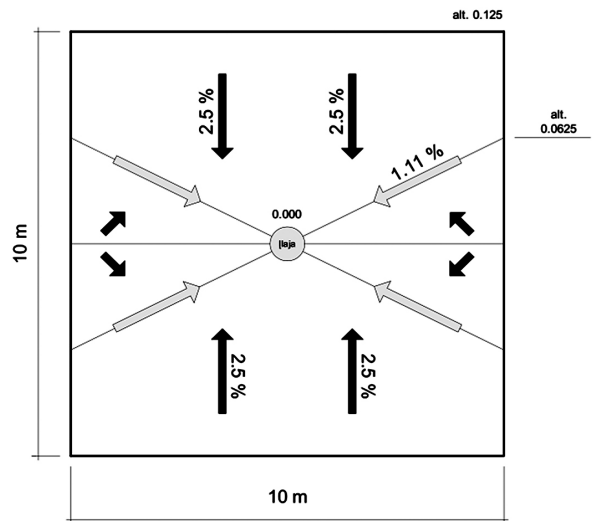
Nagrinėjama atveju, stogas per įstrižaines yra padalin-
tas į keturias lygias nuožulnias plokštumas ir vandens nu-
tekėjimas vienodai nukreiptas į įlają (2 pav.). Tarkime, kad
šlaitų nuolydis yra 2,5 % (juoda rodyklė), stogo matmenys
10×10 m, įlaja – 0.000 altitudėje, čia nevertiname, kad ne
mažesniu kaip 0,5 m spinduliu nuo vertikaliuos įlajos centro
stogo paviršius privalo turėti ne mažesnę kaip 6 nuolydį į
įlają, stogo krašto altitudė turi būti – 0,125. Tuomet stogo
nuolydis ties stogo plokštumų sankirta sudaro tik 1,77 %
(balta rodyklė), tokio nuolydžio stogas galimas tik tada,
kai naudojami šio nuolydžio stogams specialiai pritaikyti
statybos produktai ir konstrukciniai sprendiniai.



2 pav. Stogo nuolydžių modelis
Fig. 2. The roof slopes model

K. Oba ir kt. (1996) nustatė, kad optimaliausias siū-
lės suvirinimo būdas yra naudojant suvirinimo mašinas.
Lietuvoje dažniausiai naudojami dujiniai degikliai, o jais
neįmanoma reguliuoti nei virinimo greičio, nei prispau-
dimo jėgos, todėl galima teigti, kad tai nėra pakankamai
kontroliuojama. Vienintelis kontrolės būdas yra išsilydžiui-
sios bitumo masės ruoželis. Įvertinus silpną siūlių stiprumą
(Karablikovas 2007) ir tai, kad prilydomosios ruloninės
stogo dangos gali būti naudojamos eksploatuojamiems
stogams, kur yra apsunkintas vandens nutekėjimas ir tai,
kad stogo sankirtų vietose vanduo suteka nuo kelių stogo
plokštumų, žymiai padidina tekančio vandens kiekį sankir-
tos vietoje, išskyla didelė grėsmė, kad stogas, esant tokiems
mažiems nuolydžiams, gali tapti pralaidus.

Taip pat nagrinėjamas 1 b paveiksle pateiktas stogo
variantas. Esant toms pačioms sąlygoms, tik nesant gali-
mybės kažkuria kryptimi stogo kraštą pakelti iki tinkamos
altitudės, bet išlaikant reikiamą stogo plokštumų nuolydį
2,5 % (3 pav.). Esant tokiai nuolydžių schemai plokštumų
sankirtoje stogo nuolydis sudaro tik 1,1 % (balta rodyklė),
o tai jau prieštarauja statybos techniniam reglamentui.

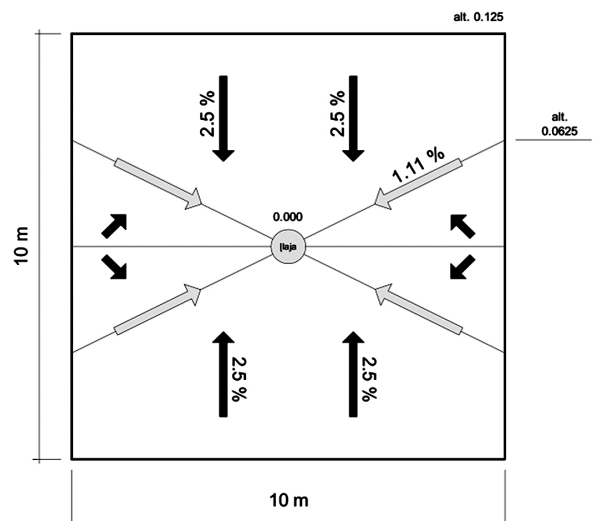


3 pav. Stogo nuolydžių modelis, kai ribojamas stogo
vieno ar dviejų priešpriešais esančių kraštų aukštis

Fig. 3. The roof slopes model when the high of roof
edges standing one to another is limited

Šio tyrimo metu nustatyta, kad stogo plokštumų san-
kirtoje yra neužtikrinamas reikiamas stogo nuolydis. Šiose
vietose būtinas papildomas hidroizoliacinis sluoksnis, tačiau
net tai negali užtikrinti visišką vandens nepralaidumo.

Projektuojant stogus reikėtų neprojektuoti ribiniais
nuolydžiais, taip pat atsižvelgti į stogo plokštumų sankirtų
nuolydžius. 4 paveiksle pateikiama stogo schema, kurioje
jau yra įvykdyti visi minimalūs statybos techninių regla-
mentų reikalavimai, stogo plokštumų sankirtos turi 2,5 %
nuolydį (baltos rodyklės). Projektavimą būtų galima pradėti
nuo stogo sankirtų ir tik tada parinkti būsimą stogo nuolydį.



4 pav. Stogo nuolydžių modelis ir nuolydžių dydis,
kai tenkinami visi minimalūs techninių reglamentų
reikalavimai

Fig. 4. The roof slopes model and the slopes size,
when all the minimum requirements of technical
regulations are met

Pateiktame stogo nuolydžių modelyje pagrindinių plokštumų nuolydis turi būti formuojamas 3,54 %, tačiau reikia atkreipti dėmesį į tai, kad modeliavime buvo priimtos idealios sąlygos, buvo neatsižvelgta į galimus statybinių konstrukcijų (perdangos, išlyginamojo sluoksnio ar nuolydžio formavimo) nuokrypius statybos metu ir statinio deformacijas eksploatacijos metu. Taip pat vandens drenavimo (korys ar pan.), kadangi eksploatuojamų stogų hidroizoliacijos sluoksnis yra stogo konstrukcijos viduje.

Atlikta analizė rodo, kad šiuo metu projektuojamų pagrindinių stogo plokštumų nuolydžiai yra nepakankami. Siūloma projektuojant stogus, o ypač eksploatuojamus, ypatingą dėmesį skirti stogo plokštumų sankirtų nuolydžių formavimui. Įvertinus ruloninių prilydomųjų dangų siūlių nepakankamą patvarumą, siūloma nenaudoti jų eksploatuojamiems stogams, kaip alternatyva gali būti naudojamos plėvelinės ar panašios dangos.

Išvados

1. Modeliuojant stogo schemą nustatyta, kad projektuojami ir statomi stogai yra per mažų nuolydžių, dėl to neužtikrinama tinkama jų eksploatacija.
2. Projektuojant plokščiuosius stogus ypatingą dėmesį reikia skirti stogo plokštumų sankirtų nuolydžiams, tai padidintų jų patikimumą.
3. Plokščio stogo plokštumos nuolydis į įlajos pusę turi būti ne mažesnis kaip 3,5 %, taip būtų užtikrinti visi stogo nuolydžiai.

Literatūra

- Antonin, F. 2007. Temperature impact on sealed mutual overlap strength of bitumen sheets on roof structures, *Technol. Fortaleza* 28(2): 222–228.
- Karablikovas, A. 2007. Klįjavimo siūlių tarp stogo dangos iš ritinių prilydomųjų medžiagų sluoksnių formavimo ir jų parametru tyrimas, *Technological and Economic Development of Economy* [Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas] 12(2): 134–138.
- Nil, S.; Ertan, O. 2004. Proposed performance – based laboratory test method for measuring vapour and water permeability of waterproofing membranes under hydrostatic pressure, *Construction and Building Materials* 18: 701–713. doi:10.1016/j.conbuildmat.2004.03.015
- Oba, K.; Hean, S.; Björk, F. 1996. Study on seam performance of polymer – modified bituminous roofing membranes using T – peel test and microscopy, *Materials and Structures* 29: 105–115. doi:10.1007/BF02486200
- STR 2.05.02:2008 Statinių konstrukcijos. Stogai. Vilnius, 2008. 11 p.
- ST 121895674.06:2010 Stogų įrengimo darbai. Statybos taisyklės [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2010 04 15]. Prieiga per internetą: <http://www.statybostaisykles.lt/katalogas/statybos_taisykles/Stogu%20irengimo%20darbai>.

UAB „GARGŽDŲ MIDA“. *Lietuvos ir Rusijos plokščiųjų stogų dengimo statybos taisyklės* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2010 01 15]. Prieiga per internetą: <http://www.mida.lt/ritinine_stogu_danga>.

Walter, A.; Britoand, J.; Lopes, J. G. 2004. Current flat roof bituminous membranes waterproofing systems – inspection, diagnosis and pathology classification, *Construction and Building Materials* 19: 233–242. doi:10.1016/j.conbuildmat.2004.05.008

Wong, N. H.; Taya, S. F.; Wonga, R.; Ongb, C. L.; Siab, A. 2003. Life cycle cost analysis of rooftop gardens in Singapore, *Building and Environment* 38(3): 499–509. doi:10.1016/S0360-1323(02)00131-2

THE MODELING OF SLOPES OF FLAT ROOFS ON MARGINAL GRADIENTS

R. Rasiulis

Abstract

This article is dedicated to study installation options of roofing for parking lots which are proposed by designers, manufacturers and suppliers of materials, the Lithuanian legislative requirements for roofs of this type. Examine the roof slopes at various locations in the roof of the roof marginal gradients. It is shown that at a minimum slope of the roof the reliability of the installed roof is not provided when glued bituminous roofing membranes are used. It is proposed to raise the standards for the existing roof installations.

Keywords: waterproofing, roof slope, flat roof.