

## PRILYDOMŲJŲ STOGO MEDŽIAGŲ LAKŠTŲ SANDŪROS PATIKIMUMO TYRIMAS

Darius Balčiūnas

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas  
El. paštas darius.balciunas@statyba.lt*

**Santrauka.** Atlikus analizę pastebėta, kad dažniausia stogų iš ritininių bituminių medžiagų pratekėjimų priežastis yra dviejų gretimų bituminių lakštų nepakankamas suklijavimo patikimumas. Atsižvelgiant į šias priežastis darbe nagrinėjamas užlaidinės sandūros patikimumo vertinimas ir juos nusakančių tyrimų ir duomenų analizavimo metodai. Išanalizavus pasaulio mokslininkų tyrimus pastebėta, kad sudėtinga juos vertinti tarpusavyje dėl nepakankamo informatyvumo bandinių ruošimo metu. Dėl to nagrinėjant virintinės sandūros mechanines savybes siūloma vertinti siūlės kaitinimo trukmę. Kaitinimo trukmės įtaka virintinės siūlės patikimumo parametrams yra įrodoma praktiškai atlikus bituminės dangos lakštų sandūros atsparumo lupimui ir šlyčiai bandymus pagal LST standartus. Tyrimo rezultatai leidžia teigti, kad sandūros kaitinimo trukmė neturi pastebimos ir dėsiningos įtakos jos mechaninėms savybėms, tačiau yra reikšminga jos ribinėms deformacijoms.

**Reikšminiai žodžiai:** SBS bituminės dangos, hidroizoliacija, mechaninės savybės, kaitinimo trukmė.

**Įvadas**

Pasaulyje yra plati įvairovė plokščių stogų medžiagų gamintojų, jų gaminamų medžiagų ir siūlomų sistemų, todėl net patys geriausi praktikai ir ekspertai ne visada gali parinkti šios sistemos optimalų variantą, kuris užtikrintų puikias savybes visą eksploatacijos laikotarpį. Be to, stebėjimai leidžia daryti išvadą, kad net ir pačios geriausios sistemos iš polimerinių bituminių medžiagų, įrengtų prilydomuoju būdu griežtai laikantis visų technologijos reikalavimų, užlaidinės sandūros siūlė taps pratekėjimų priežastimi (Good, Cullen 1991; Cullen, Graham 1996). Pažymėtina, kad stogo pažeidimai, kol nepasiekė kritinės būklės, nėra lengvai pastebimi (Khuncumchoo 2007), todėl pratekėjimai gali padaryti nemažai žalos materialiajam turtui.

**Ritininių stogo dangų patikimumo ir kokybės parametrai**

Ritininių stogo dangų gamintojai, tiekdami gaminius rangovams, pateikia tik vientiso gaminio deklaruojamus kokybės parametrus – tai atsparumas plėšimui, pradūrimui, santykinis pailgėjimas ir pan. Gamintojai ir tiekėjai Lietuvoje nėra įpareigoti pateikti stogo hidroizoliacinės sistemos tarpusavyje sujungtų elementų kokybės rodiklių (STR 2.05.02:2008; ST 121895674.215.01:2012). Jie dažniausiai pateikia rekomendacijas dangoms įrengti, už kurias faktiškai neatsako, nes galutiniai stogo hidroizoliacinės sistemos patikimumo parametrai yra lemiami daugelio veiksnių.

Kaip minėta ankščiau, pagrindinė stogo pratekėjimų priežastis yra nepakankamai patikima dviejų gretimų bitu-

minių dangų sandūra. Todėl ši sandūra yra plačiai nagrinėjama daugelio pasaulio mokslininkų.

Pasaulyje praktikoje sandūros patikimumas yra vertinamas įvairiapusėiškai ir šia tematika atliekama daug įvairaus pobūdžio tyrimų. Populiariausi ir dažniausiai atliekami yra dangos atsparumo tempimui, sandūros atsparumo lupimui ir šlyčiai tyrimai. Be minėtų, gali būti atliekami ir cikliniai sandūros stiprumo bandymai ir nagrinėjami įvairių sandūros įrengimo būdų skirtumai (Kersey *et al.* 2007), sandūros nesusiklijavusių vietų kiekio nustatymas (Malko 2008; Peleckis 2010), siūlės storio ir kaitinimo trukmės įvertinimas (Karablikovas 2007). Analizuodami užlaidinės sandūros siūlės parametrus mokslininkai šildymo prietaisais dirbtinai pasendina dangas ir taip analizuoja jų eksploatacines savybes (Gonçalves *et al.* 2011). Be to, dirbtinai sudarant atmosferos poveikį yra gaunami dar išsamesni duomenys apie tiriamų dangų sandūros kokybę (Gonçalves *et al.* 2008). Pastebima, kad yra nagrinėjama sumažintos užlaidos sandūra (Gonçalves *et al.* 2008, 2011) ir nestandartizuotų dydžių bandiniai. Be to, kai kurie mokslininkai nagrinėja ir visiškai sumontuotos sistemos mechaninį atsparumą (Gränne *et al.* 2003). Pastebėta, kad ir apkrovimo trukmė bandymo atlikimo metu turi reikšmingos įtakos sandūros stiprumui (Gränne, Björk 2000). Atsižvelgiant į tokį kiekį tyrimų sudėtinga susieti tarpusavyje jų rezultatus siekiant pagerinti stogų iš prilydomųjų medžiagų patikimumą eksploatacijos metu.

## Kaitinimo trukmės įtaka

Nuostabą kelia tai, kad dauguma mokslininkų nesidomi, kaip ir kokiomis sąlygomis buvo parengti jų bandiniai. Dažniausiai būna nežinomas nei kaitinimo režimas, nei greitis, prispaudimo jėga ir kiti svarbūs parametrai. Pasekmės nagrinėjamos neatsižvelgiant į priežastis. Dalis mokslininkų patiki savo bandinių formavimą rangovams, o analizuodami gautus tyrimų rezultatus remiasi Koiči Obos (Oba *et al.* 1996) atliktais tyrimais.

Mokslininkas A. Karablikovas (1980) pasiūlė kaitinimo greitį matuoti pagal gaminių kaitinimo trukmę ir tyrė atsparumo lupimui priklausomybę nuo jos. Rinkoje atsiradus naujoms polimerais modifikuotoms bituminėms dangoms, kurios skiriasi tiek mechaniniais parametrais, tiek armavimo tipu ir bendru storiu nuo 1980 metais tyrimuose naudotų medžiagų, buvo nuspręsta bandymus pakartoti.

Pakartotinių tyrimų metu A. Karablikovas (2007) analizavo suklijavimo siūlės tarp ritininės dangos iš prilydomųjų medžiagų gretimų juostų susiformavimo technologinius parametrus ir klizminio junginio stiprumą. Bandymai buvo atliekami pagal EN 12316-1:1999 standartą formuojant bandinius kaitinimo intervale nuo 1 iki 15 sekundžių. Analizuotos ir tirtos ir SBS, ir APP priedais modifikuotos membranos.

Vertinant tyrimo rezultatus galima teigti, kad pradžioje siūlės atsparumas lupimuisi didėja proporcingai didėjančiai kaitinimo trukmei, o pasiekus maksimumą pradeda mažėti. Šį reiškinį galima paaiškinti taip: tęsiant kaitinimą įšyla gilesnieji medžiagos sluoksniai ir dengiamojo sluoksnio bitumas laipsniškai susimaišo su mažiau atspariu temperatūrai ir silpnesniu bitumu, kuris naudojamas armuojančiam pagrindui (poliesteriui, stiklūnui) impregnuoti. Tai paneigia plačiai paplitusią nuomonę, kad kuo ilgiau ir intensyviau kaitinami prilydomųjų medžiagų paviršiai, tuo stipresnė ir patikimesnė siūlė tarp jų gaunama (Karablikovas 2007).

Sandūros perkaitinimo problema buvo pažymėta ir Kanados nacionalinės mokslinės tarybos mokslininkų (NRCC). Jie teigė (Delgado *et al.* 2005), kad bitumo perkaitinimas, naudojant atvirą liepsną, pašalina mastiką ir dėl to suprastėja sukibimas ir sumažėja sandūros stiprumas.

Apibendrinant užlaidinės sandūros kokybės parametru apžvalgą galima teigti, kad nors sandūros stipruminių parametru nustatymas yra reglamentuotas Europos standartų EN 12317-1 ir EN 12316-1, kurie nurodo, kaip turi būti atliekami atsparumo šlyčiai ir lupimui bandymai, tačiau griežtai nereglamentuojami bandinių ruošimo galutiniai rezultatai tampa nelygintini.

Autoriaus pastebėjimu įvertinant galimybes siūloma hipotezė sandūros atsparumą nustatyti pagal kaitinimo tru-

kmę jos formavimo metu (remiantis A. Karablikovo (2007) metodika, papildant ją ribinių deformacijų stebėjimu). Šis parametras išsamiai nurodo, koks bus pasiektas sandūros atsparumas ir kokios bus galimos ribinės deformacijos. Šio rodiklio nustatymo metodai yra visiškai pagrįsti galiojančiais standartais ir jiems neprieštarauja. Vienintelis skirtumas būtų skirtingas medžiagų kaitinimas sandūros formavimo metu.

Pastarajai hipotezei patvirtinti reikia atlikti didelį kiekį išsamių tyrimų, bet, norint įvertinti galimybes, galima atlikti supaprastintus (apžvalginius) bandymus, kuriais būtų siekiama iširti, ar egzistuoja atsparumo šlyčiai priklausomybė nuo kaitinimo trukmės, ir panagrinėti atsparumo lupimui priklausomybes atsižvelgiant į kaitinimo trukmę ir bitumo kokybę. Tai galima padaryti palyginus rezultatus su A. Karablikovo (2007) tyrimo rezultatais (3 pav.).

Teoriškai galima iškelti prielaidą, kad jei bandiniai ruošiami to paties specialisto, naudojant tas pačias medžiagas ir tokią pat prispaudimo jėgą, esant vienodoms aplinkos sąlygoms bei suvienodinant kitus parametrus, galima sumažinti kintamus parametrus iki vieno bandinio siūlės kaitinimo trukmės sandūros formavimo metu, dėl to galima vertinti kaitinimo režimo įtaką nagrinėjamos charakteristikoms. Atsižvelgiant į tai, kad tyrimas yra informacinio pobūdžio, buvo nuspręsta nagrinėti tris skirtingus kaitinimo režimus, o ne platų intervalą. Remiantis A. Karablikovo (2007) tyrimo rezultatais buvo pasirinkti trys kaitinimo režimai, tai 3, 6 ir 9 sekundės.

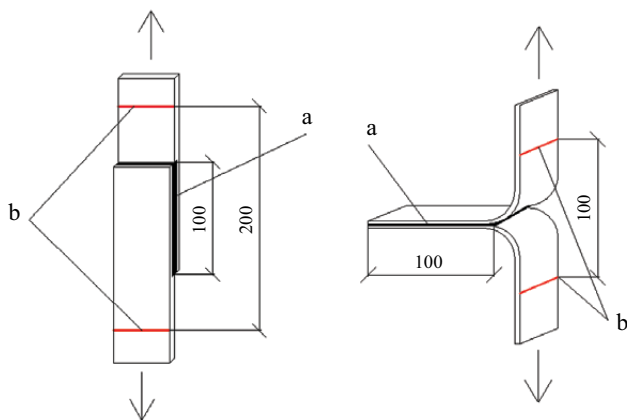
## Bandymo eiga

Bandiniams suardyti buvo naudojamas „TIRA Test 2300“ įrenginys, kuris gali užtikrinti visus LST EN 12316-1:2002 ir LST EN 12317-1:2004 standartuose keliamus reikalavimus, iš kurių pagrindinis yra tolygus 100 mm/min gnybtų skėtimosi greitis. Naudojantis programine įranga kiekvieno bandinio plėšimu metu buvo fiksuojama ne tik apkrova, bet ir bendrasis poslinkis.

Procedūros, kurios buvo taikomos visiems bandymams:

1. Spaustuvų pradinė padėtis buvo pažymima ant kiekvieno bandinio, siekiant pastebėti galimus praslydimus (1 pav.).
2. Spaustuvai buvo pridėdami ant bandinio taip, kad jo išilginė ašis sutaptų su spaustuvų centru.
3. Nebuvo taikoma išankstinio apkrovimo.
4. Bandymai buvo atlikti esant  $23 \pm 2$  °C temperatūrai ir pastoviai 100±10 mm/min apkrovai.

Visi bandiniai buvo apkraunami pastoviaja apkrova iki to momento, kol atsiskirdavo du gaminio elementai vienas nuo kito, arba kai nutrūkdavo vienas iš jų.



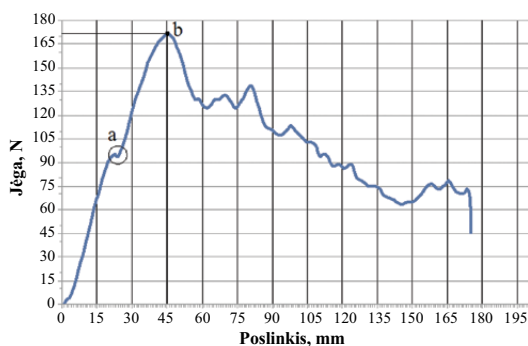
**1 pav.** Bandinių paruošimas prieš pradedant bandymą: a) siūlė; b) pažymėtos tempimo prietaiso laikiklių tvirtinimo vietos

**Fig. 1.** Sample preparation prior to testing: a) seam; b) marked places to apply tension device

### Atsparumo lupimui bandymo rezultatai

Atsižvelgiant į bandymo išeities duomenis, bandymo rezultatai buvo nagrinėjami grafiškai – analizuojant tempimo jėgos ir poslinkio priklausomybės grafiką (2 pav.) atskirai kiekvienam bandiniui. Kiekvienas kreivės kritimas grafike vaizduoja dangos dviejų sluoksnių atsiskyrimą. Jie gali būti didesni ir mažesni priklausomai nuo priklijavimo kokybės ir nuo nesusklijavusių vietų kiekio. Kuo didesnis kreivės kritimas, tuo vienu metu bandinio lakštai daugiau atsiskyrė vienas nuo kito.

Analogiškai 6 pav. buvo nagrinėjami visi bandiniai, o tyrimo rezultatai pateikti 1 lentelėje. Pažymėtina, kad visi bandiniai suiro tik atsiskyrus SBS polimeriais modifiku-



**2 pav.** Sandūros, įrengtos kaitinant paviršius 6 sekundes, apkrovimo jėgos ir poslinkio priklausomybės kreivės grafinė analizė: a) sandūros irimo pradžia; b) sandūros atsparumo lupimui reikšmė (Balčiūnas 2011)

**Fig. 2.** The graphical analysis of peeling strength and displacement dependence heating joints for 6 seconds: a) beginning of degradation; b) the mean of peeling resistance in the joint (Balčiūnas 2011)

**1 lentelė.** Atsparumo lupimui tyrimo rezultatai (Balčiūnas 2011)

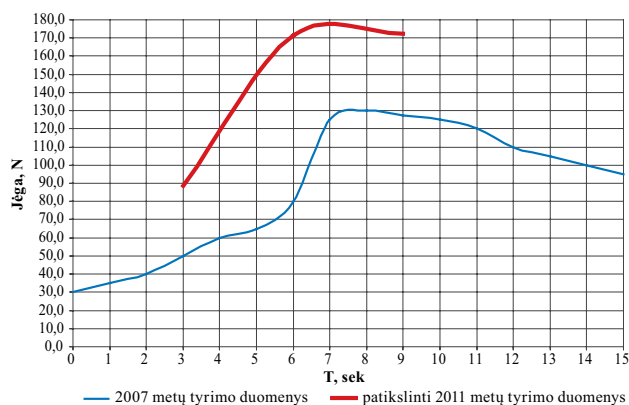
**Table 1.** The results of tests on peeling resistance (Balčiūnas 2011)

Kaitinimo trukmė	Sandūros didžiausias atsparumas lupimui, N	Sandūros poslinkis ties atsparumo lupimui verte, mm	Sandūros bendrasis poslinkis, mm
Paviršiai, kaitinti 3 s	88,8	56,4	149,3
Paviršiai, kaitinti 6 s	171,4	49,8	176,2
Paviršiai, kaitinti 9 s	172,2	48,2	216,5

tiems bitumo lakštams, vienam su kitu praradus visišką sukibimą siūlėje, kuri buvo suformuota sulydant dviejų paviršių bitumo mišinį. Gauti tyrimo rezultatai rodo, kad šiuo atveju siūlė buvo gerokai silpnesnė už pačią medžiagą.

Analizuojant atsparumo lupimui rezultatus galima įvertinti jo kitimą priklausomai nuo kaitinimo trukmės (3 pav.). Pastebėtina, kad sandūros atsparumas lupimui labiausiai didėjo kaitimo trukmės intervale nuo 3 iki 6 sekundžių, o esant kaitinimo režimui nuo 6 iki 9 sekundžių beveik nekito, todėl, atsižvelgiant į kaitinti reikalingą energijos kiekį, optimalu būtų sandūrą įrengti kaitinant 6 sekundes.

Lyginant tyrimo duomenis su A. Karablikovo (2007) bandymų rezultatais pastebimas atsparumo lupimui padidėjimas (3 pav.). Kontroliniuose taškuose, t. y. ties 3, 6 ir 9 sekundžių kaitinimo trukme atsparumas lupimui padidėjo atitinkamai 78 %, 114 % ir 35 %. Didžiausias tyrimo rezultatų skirtumas gautas ties 6 sekundžių kaitinimo režimu, atsparumas lupimui skiriasi net 114 %.



**3 pav.** Sandūros, įrengtos prilydomuoju būdu, atsparumo lupimui, priklausomybės nuo paviršių kaitinimo trukmės kreivių palyginimas (Balčiūnas 2011)

**Fig. 3.** A comparison of two tests on peeling resistance depending on heating time (Balčiūnas 2011)

Samprotaujant, kodėl buvo toks didelis tyrimo rezultatų skirtumas, galima teigti, kad tiesiog galėjo būti pasiektas geresnis susiklijavimo laipsnis, tačiau kreivės kitimo tendencija išliko panaši.

Manoma, kad tyrimo metu gautų poslinkio rezultatų nagrinėti netikslinga, nes jie gaunami atsiskiriant dviem elementams dėl adhezijos praradimo, o deformacijos ties didžiausia atsparumo verte kito santykinai nedaug – apie 15 %.

### Atsparumo šlyčiai bandymo rezultatai

Pagal užlaidinės sandūros atsparumo šlyčiai bandymo metu gautus duomenis buvo brėžiamos deformacijų ir apkrovimo jėgos kreivės (4 pav.). Kreivės bangavimas, minimas vertinant atsparumo lupimui rezultatus, visai nebuvo pastebėtas. Bandinių pastovioji apkrova vis didėdavo, kol pasiekdavo kritinę reikšmę ir bandiniai suirdavo. Analizuojant tempimo jėgos priklausomybės nuo poslinkio kreivę, buvo pastebėta, kad pradinio apkrovimo metu iki tam tikros jėgos bandiniai deformuodavosi santykinai nedaug, o viršijus šią apkrovą, kreivė lūždavo ir deformacijos pradėdavo sparčiai didėti kylant apkrovai (4 pav.). Kreivės lūžio taškas kiekvienam kaitimo režimui buvo skirtingas. Kuo ilgiau buvo kaitinami sandūros paviršiai bandinio gaminimo metu, tuo mažesnės apkrovos reikėjo, kad deformacijos pradėtų plisti intensyviau.

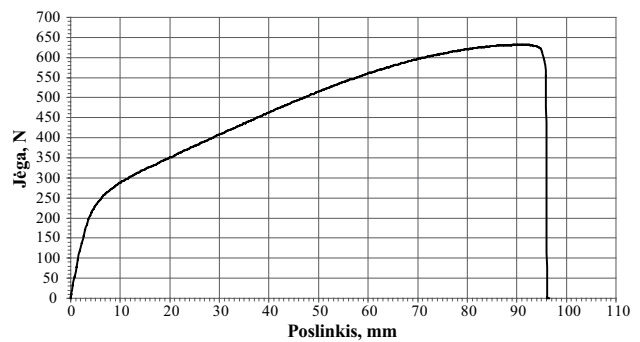
Atsparumo šlyčiai bandymo metu buvo fiksuojama jėga, kurios reikėjo, kad bandiniai suirtų arba atsiskirtų vienas nuo kito du bandinio elementai, ir buvo nustatomas bendrasis poslinkis gaminio suirimo metu. Tyrimo rezultatai pateikti 2 lentelėje.

**2 lentelė.** Atsparumo šlyčiai tyrimo rezultatai (Balčiūnas 2011)

**Table 2.** The results of tests on shear resistance (Balčiūnas 2011)

Kaitinimo trukmė	Sandūros atsparumas šlyčiai, N	Sandūros bendrasis poslinkis, mm
Paviršiai, kaitinti 3 s	671,6	129,1
Paviršiai, kaitinti 6 s	631,3	96,5
Paviršiai, kaitinti 9 s	641,6	87,9

Nagrinėjant atsparumo šlyčiai bandymo rezultatus buvo pastebėta, kad sandūros formavimo metu nėra sandūros atsparumo šlyčiai priklausomybės nuo kaitinimo trukmės (2 lentelė). Didžiausias atsparumas šlyčiai buvo nustatytas esant 3 sekundžių kaitinimo trukmei. Bandinių, kaitintų 6 sekundes, atsparumas sumažėjo apytiksliai 40 N, padidinus kaitinimo trukmę iki 9 sekundžių – užlaidinės sandūros atsparumas šlyčiai padidėjo 10,4 N, todėl gali-



**4 pav.** Sandūros, kaitintos 6 sekundes, atsparumo šlyčiai kreivė (Balčiūnas 2011)

**Fig. 4.** The dependence of the joint heated for 6 seconds on shear resistance and displacement (Balčiūnas 2011)

ma išvada, kad kaitinimo trukmė neturi įtakos sandūros šlyties atsparumui. Pažymėtina tai, kad visi bandiniai atsparumo šlyčiai tyrimo metu suiro už sandūros ribos (užlaidinė sandūra buvo stipresnė už medžiagą), todėl esant kitiems suirimo tipams (4 pav.) galimas ir kitoks kreivės pasiskirstymas, tačiau mažai tikėtinas. Įdomu yra tai, kad pasaulinėje praktikoje (kiek yra žinoma) niekas nėra tyrinėjęs polimerais modifikuotos bituminės sandūros, įrengtos prilydomoju būdu, atsparumo šlyčiai priklausomybės nuo kaitinimo trukmės jos įrengimo metu.

Atliekant sandūros atsparumo šlyčiai bandymus ir brėžiant deformacijų priklausomybės nuo tempimo jėgos grafikus (4 pav.), buvo pastebėta neįprasta priklausomybė – kuo ilgiau buvo kaitinami bandiniai gaminimo metu, tuo labiau sumažėjo jų bendrasis poslinkis prieš bandiniams suyrant. Lyginant tyrimo duomenis ir laikant 3 sekundžių kaitinimo trukmės bendrąjį poslinkį atskaitos verte, 6 ir 9 sekundžių kaitintų bandinių bendrasis poslinkis sumažėjo atitinkamai 32,6 mm ir 41,2 mm. Atsižvelgiant į tai, kad didžiausias pailgėjimas buvo 129,1 mm, galima išvada, kad bandinių pailgėjimas sumažėjo apytiksliai net 25–32 %.

Pasaulinėje praktikoje matmenų stabilumas yra plačiai nagrinėjama problema, tačiau niekas (kiek yra žinoma) nėra pabrėžęs, kad kaitinimo trukmė sandūros formavimo proceso metu turi įtakos jos pailgėjimo savybėms. Dažniausiai atliekami tyrimai lyginant skirtingų armavimo tipų ir intensyvumo bandinių reikšmes (Lopes *et al.* 2011).

Samprotaujant, kodėl egzistuoja toks deformacijų pasiskirstymas, buvo iškelta hipotezė, kad taip galėjo nutikti dėl siūlėje esančių nesusiklijavusių vietų. Trumpiau kaitintuose bandiniuose jų turėjo būti daugiausia, o ilgiausiai kaitintuose, priešingai – mažiausia (Malko 2008; Peleckis 2010). Sandūros nesusiklijavusi vieta yra dujomis užpildyta ertmė (eksploatacijos metu dujas gali pakeisti drėgmė arba kitos medžiagos), todėl atliekant atsparumo šlyčiai bandymus,

mažiausiai kaitinti gaminiai galėjo pailgėti daugiausia dėl nesuklijavusių vietų kiekio sandūroje, nes, kaip reikalauja standartas (LST EN 12316-1:2002; LST EN 12317-1:2004), net pusę bandinio ploto (turimas omenyje bandinio plotas tarp laikiklių) sudarė siūlė, gauta sulydant du bituminius lakštus į vientisą gaminį. Taigi kuo daugiau ertmių sandūroje, tuo daugiau gali ištįsti bandinys. Tokia hipotezė paaiškintų gaminio pailgėjimo sumažėjimą kaitinant ilgesnį laiką, tačiau tai yra tik pirminė autoriaus nuomonė ir hipotezei patvirtinti reiktų atlikti išsamesnius tyrimus.

## Išvados

1. Išanalizavus dažniausiai atsirandančius defektus stogo hidroizoliacinėse sistemose pastebėta, kad stogų iš prilydomųjų bituminių medžiagų nepatikima sandūra yra pagrindinė pratekėjimų atsiradimo priežastis.
2. Nustatyta, kad nėra bendros dviejų gretimų sandūros hidroizoliacijos lakštų sandūros patikimumo vertinimo sistemos.
3. Siūloma detalai apibrėžti prilydomųjų bituminių medžiagų bandinių ruošimo sąlygas prieš analizuojant jų mechaninį atsparumą.
4. Išanalizavus tyrimo rezultatus pastebėta, kad kaitimo trukmė turi įtakos tik sandūros atsparumui lupimui. Kaitimo trukmė sandūros atsparumui šlyčiai įtakos neturėjo.
5. Nustatant šlyties stiprumo priklausomybę nuo paviršių kaitinimo trukmės išryškėjo naujos aplinkybės, susijusios su siūlių deformacijomis, kurios reikalauja tolesnių išsamesnių tyrimų.

## Literatūra

Balčiūnas, D. 2011. *Prilydomųjų stoginių medžiagų, priklijavimo režimų tyrimas*: baigiamasis bakalauro darbas. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika. 83 p.

Cullen, W. C.; Graham, M. S. 1996. Project pinpoint data reveal roof systems strengths and limitations, in *Professional Roofing*, 18–20.

Delgado, A. H., et al. 2005. Characteristics of membranes and insulations used for low – slope roofs, in *Building Science Insight 2005, Roofing: Staying on Top of Technology and Change*. NRCC. 15 p.

Gonçalves, M.; Lopes, J. G.; Brito, J. D. 2008. Mechanical performance of lap joints of flat roof waterproofing membranes, *Experimental Techniques* 32: 50–57. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-1567.2007.00226.x>

Gonçalves, M.; Lopes, J. G.; Brito, J. D. 2011. Mechanical performance of lap joints of flat roof waterproofing membranes subjected to artificial weathering, *Experimental Techniques* 35: 21–28. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-1567.2009.00598.x>

Good, W. A.; Cullen, W. C. 1991. Technology and the role of the national roofing contractors association, in *The Third International Symposium on Roofing Technology*. NRCA. Gaithersburg Md., 351–355.

Gränne, F.; Björk, F. 2000. Joints between roofing felt and sheet metal flashings—short and long-term tests, *Construction and Building Materials* 14: 375–383. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-0618\(00\)00051-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-0618(00)00051-9)

Gränne, F.; Björk, F.; Noreng, N. 2003. Wind load resistance tests of heat-welded joints between roofing felt and sheet metal flashings, *Construction and Building Materials* 17: 319–324. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-0618\(03\)00003-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-0618(03)00003-5)

Karablikovas, A. 1980. *Development of Welding Roof-Covering Installation Technology Between Layers by Welding Method*: Summary of Dissertation Thesis. Kiev.

Karablikovas, A. 2007. Klijavimo siūlių tarp stogo dangos iš ritininių prilydomųjų medžiagų sluoksnių formavimo ir jų parametru tyrimas, *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas* 12(2): 134–138.

Kersey, T.; Goodrum, K.; Turner, J. 2007. Performance properties of interply adhesives used with SBS-Modified bitumen membranes, in *11 th Canadian Conference on Building Science and Technology*. Banff, Alberta, 1–15.

Khuncumchoo, N. 2007. *Roof Maintenance Record Analysis Toward Proactive Maintenance Policies*: Doctoral Dissertation. Georgia Institute of Technology. 322 p.

Lopes, J. G.; Correia, J. R.; Machado, M. X. B. 2011. Dimensional stability of waterproofing bituminous sheets used in low slope roofs, *Construction and Building Materials* 25: 3229–3235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.03.009>

LST EN 12316-1:2001 (LST EN 12316-1:2002). Lanksčiosios hidroizoliacinės juostos. 1 dalis. Bituminės hidroizoliacinės stogų juostos. Siūlių atsparumo lupimuisi nustatymas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2001. 7 p.

LST EN 12317-1:2001 (LST EN 12317-1:2004). Lanksčiosios hidroizoliacinės juostos. 1 dalis. Bituminės hidroizoliacinės stogų juostos. Siūlių atsparumo šlyčiai nustatymas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2004. 5 p.

Malko, V. 2008. *Welded Roof-Covering Quality Estimation According to Welding Conformation in the Joint*: Master Thesis. Vilnius Gediminas Technihical University, Faculty of Building, Department of Building Technology and Management. Vilnius. 78 p.

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. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02486200>

Peleckis, K. 2010. *Prilydomųjų stoginių medžiagų siūlių tarp juostų nepralaidumo tyrimai*: baigiamasis bakalauro darbas. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Statybos technologijos ir vadybos katedra. Vilnius. 108 p.

ST 121895674.350.01:2012 Statybos taisyklės „Hidroizoliavimo darbai“. Lietuvos statybininkų asociacija. 7 p.

STR 2.05.02:2008. Statinių konstrukcijos. Stogai. Vilnius, 2008. 19 p.

## **RESEARCH INTO THE RELIABILITY OF THE OVERLAP JOINT OF BITUMINOUS HEAT WELDED ROOFING MATERIALS**

**D. Balčiūnas**

Abstract

The conducted analysis has revealed that the most common reason of leaks in bituminous roofs is caused by a lack of adhesion between two nearby sheets of roof cover. Regarding the above mentioned problems, reliability, testing methods and data analysis methods of the overlap joint is observed more closely. The research conducted by different scientists worldwide has showed difficulties in evaluating the obtained data due to a lack of information on how these samples were produced. Therefore, it is proposed to evaluate the influence of welding time analyzing the mechanical properties of the joints of bituminous heat welded roofing materials. The influence of welding time, when the samples are produced, and mechanical properties of overlap joints are practically proved according to LST standards. The test results have showed that welding time does not have a significant influence on the shear resistance of overlap joints but is important regarding its limited deformation.

**Keywords:** SBS bituminous sheet materials, hidroizolation, mechanical properties, welding time.