



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETO
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETO
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ IR KONSTRUKCIJŲ TYRIMŲ CENTRAS**

Viešoji įstaiga, K. Donelaičio g. 73, 44029 Kaunas.
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 111950581, PVM mokėtojo kodas LT119505811.
Tyrimų centro duomenys: Studentų g. 48, 51367 Kaunas, tel. (8 37) 45 51 20, el. p. saf.smktc@ktu.lt

UAB „Betono mozaika“

2020-07-22, Nr. DV19-F-09-00051-26

**DĖL VILNIAUS, KAUNO, KLAIPĖDOS IR
ŠIAULIŲ GAMYKLOSE PAGAMINTŲ UAB
„BETONO MOZAIKOS“ BETONINIŲ GRINDINIO
TRINKELIŲ ATSPARUMO ŠALČIUI
EKSPERIMENTINIŲ TYRIMŲ PO 28, 56 IR 72
UŽŠALDYMO IR ATŠILDYMO CIKLŲ**

Užsakovo UAB „Betono mozaika“ prašymu, KTU SMKTC atliko pristatytų betono gaminių – betoninių grindinio trinkelė, kurios buvo suformuotos Vilniaus, Kauno, Klaipėdos ir Šiaulių gamyklose, atsparumo šalčiui tyrimus pagal LST EN 1338:2003 D priedą. Viso buvo pristatytos 2 trinkelės iš Vilniaus gamyklos (Nr. VLN-1 ir VLN-2), dvi – iš Klaipėdos (Nr. KL-1 ir KL-2) ir dvi iš Šiaulių (Nr. Šiau1 ir Šiau2). Iš Kauno gamyklos buvo pristatytos keturios trinkelės (Nr. K-1, K2, K3 ir K4). Pristatytų trinkelė nuotraukos prieš ir po atsparumo šalčiui bandymo yra pateiktos prieduose. Šio atsparumo šalčiui bandymo esmė yra trinkeles izoliuoti 3 mm storio lanksčios gumos sluoksniu iš visų pusių, išskyrus jų eksploatacinį paviršių (guma yra iškelta virš eksploatacinio paviršiaus apie 20 mm, kad vėliau ant jo būtų galima užpilti šaldymo agentą – tirpalą). Trinkelės paviršiaus kraštai su guma yra užhermetizuojami naudojant specialios paskirties vandeniui ir šalčiui atsparų silikoną. Analogiškai, ant iš visų bandinio pusių užklijuotos gumos dar pritvirtinama 20 mm storio polistireninio putplasčio šilumos izoliacinis sluoksnis. Tokiu būdu yra užtikrinama, kad trinkelė iš visų šonų ir apačios yra visiškai izoliuota nuo ją supančios aplinkos, išskyrus eksploatacinį jos paviršių, kuris vėliau ir yra veikiamas užšaldymo ir atšildymo ciklais. Šaldymo agentas yra 3 % NaCl vandeninis tirpalas, kuris užpilamas ant trinkelės paviršiaus sudarant 5-7 mm šio tirpalo sluoksnį. Bandymui naudojamas šios koncentracijos tirpalas, nes jis yra gerokai agresyvesnis, negu paprastas vanduo, t.y. šaldymo metu toks tirpalas labiau ardo betoną. Kad šis tirpalas bandymo metu neišgaruotų, iš viršaus trinkelė yra uždengiama polietileno plėvele (ne plonesne nei 200 μm. Taip paruošti bandiniai-trinkelės yra sudedami į automatizuotą šildymo šaldymo kamerą, kurioje yra palaikomas specialus automatinis temperatūros režimas, t.y. per parą

temperatūra kameroje atitinkamu grafiku pasikeičia nuo maksimalios +20 °C iki – 20 °C. Tokiu būdu įvyksta taip vadinamas šildymo-šaldymo ciklas. Jo metu (šaldant), NaCl vandeninis tirpalas trinkelės paviršiuje užšala, kartu užšala ir betono kapiliaruose įsigėręs tirpalas. Kadangi, ledo tūris yra didesnis nei vandens, vandeniui virstant ledu betono kapiliaruose susidaro didelis slėgis, kuris gali jį pradėti ardyti. Šildant, ledas ištirpsta ir naujo šaldymo metu ardymo procesas pasikartoja. Tokiu būdu, po tam tikro šildymo-šaldymo ciklų skaičiaus betono paviršiuje gali atsirasti nubyrejimai, dar kitaip vadinami masės nuostoliai. Pagal LST EN 1338:2003, LST EN 1338:2003/AC:2006, LST EN 1338:2003/P:2008 standarto reikalavimus, nekokybiškoms betono trinkelėmis pripažystamos tos, nuo kurių paviršiaus po 28 parų šildymo-šaldymo ciklų nubyra daugiau nei 1 kg masės medžiagos skaičiuojant vienam kvadratiniam metrui jos paviršiaus ploto. Šiuose tyrimuose pristatytos grindinio trinkelės buvo šaldomos net 72 paras, o jų paviršiaus nubyrejimai buvo vertinami po 28, 56 ir 72 šildymo-šaldymo ciklų. Eksperimentiniuose tyrimuose gauti rezultatai yra pateikiami 1-3 lentelėse. Betoninių trinkelių nuotraukos prieš ir po šaldymo yra pateiktos prieduose.

1 lentelė. Betoninių grindinio trinkelių atsparumo šalčiui bandymo duomenys po 28 šildymo-šaldymo ciklų

| Bandinio Nr. | Bandomo paviršiaus plotas A , mm ² | Visa atskilusios medžiagos masė M , mg | Masės nuostolis bandinio ploto vienetui L , kg/m ² | Bandinių masės nuostolių vidurkis, kg/m ² | LST EN 1338:2003, LST EN 1338:2003/AC:2006, LST EN 1338:2003/P:2008 keliami reikalavimai |
|--------------|---|--|---|--|--|
| VLN-1 | 15470 | 120 | 0,008 | 0,009 | ≤ 1,0 kg/m ² |
| VLN-2 | 15480 | 150 | 0,010 | | |
| KL-1 | 16150 | 140 | 0,009 | 0,009 | ≤ 1,0 kg/m ² |
| KL-2 | 16235 | 160 | 0,010 | | |
| Šiau1 | 16095 | 170 | 0,011 | 0,012 | ≤ 1,0 kg/m ² |
| Šiau2 | 15725 | 190 | 0,012 | | |
| K-1 | 16095 | 110 | 0,007 | 0,007 | ≤ 1,0 kg/m ² |
| K2 | 17290 | 120 | 0,007 | | |
| K3 | 16920 | 100 | 0,006 | | |
| K4 | 16095 | 110 | 0,007 | | |

2 lentelė. Betoninių grindinio trinkelių atsparumo šalčiui bandymo duomenys po 56 šildymo-šaldymo ciklų

| Bandinio Nr. | Bandomo paviršiaus plotas A , mm ² | Visa atskilusios medžiagos masė M , mg | Masės nuostolis bandinio ploto vienetui L , kg/m ² | Bandinių masės nuostolių vidurkis, kg/m ² | LST EN 1338:2003, LST EN 1338:2003/AC:2006, LST EN 1338:2003/P:2008 keliami reikalavimai |
|--------------|---|--|---|--|--|
| VLN-1 | 15470 | 160 | 0,010 | 0,012 | ≤ 1,0 kg/m ² |
| VLN-2 | 15480 | 210 | 0,014 | | |
| KL-1 | 16150 | 200 | 0,012 | 0,013 | ≤ 1,0 kg/m ² |
| KL-2 | 16235 | 220 | 0,014 | | |
| Šiau1 | 16095 | 330 | 0,021 | 0,022 | ≤ 1,0 kg/m ² |
| Šiau2 | 15725 | 350 | 0,022 | | |
| K-1 | 16095 | 200 | 0,012 | 0,015 | ≤ 1,0 kg/m ² |
| K2 | 17290 | 210 | 0,012 | | |
| K3 | 16920 | 220 | 0,013 | | |
| K4 | 16095 | 330 | 0,021 | | |

3 lentelė. Betoninių grindinio trinkelų atsparumo šalčiui bandymo duomenys po 72 šildymo-šaldymo ciklų

| Bandinio Nr. | Bandomo paviršiaus plotas A , mm^2 | Visa atskilusios medžiagos masė M , mg | Masės nuostolis bandinio ploto vienetui L , kg/m^2 | Bandinių masės nuostolių vidurkis, kg/m^2 | LST EN 1338:2003, LST EN 1338:2003/AC:2006, LST EN 1338:2003/P:2008 keliami reikalavimai |
|--------------|---|--|--|---|--|
| VLN-1 | 15470 | 170 | 0,011 | 0,013 | $\leq 1,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ |
| VLN-2 | 15480 | 220 | 0,014 | | |
| KL-1 | 16150 | 240 | 0,015 | 0,015 | $\leq 1,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ |
| KL-2 | 16235 | 250 | 0,015 | | |
| Šiau1 | 16095 | 440 | 0,027 | 0,029 | $\leq 1,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ |
| Šiau2 | 15725 | 470 | 0,030 | | |
| K-1 | 16095 | 240 | 0,015 | 0,018 | $\leq 1,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ |
| K2 | 17290 | 270 | 0,016 | | |
| K3 | 16920 | 280 | 0,017 | | |
| K4 | 16095 | 430 | 0,027 | | |

Išvados:

1. Visos visų keturių skirtingų miestų UAB „Betono mozaika“ gamyklų bandytos betoninės grindinio trinkelės po 28 parų šaldymo-šildymo ciklų tenkino atsparumo šalčiui reikalavimus ir atitiko 3 klasę, žymėjimas D pagal LST EN 1338:2003– D priedą. Net ir pratęsus bandymą iki 72 šildymo-šaldymo ciklų visos trinkelės vis dar tenkino aukščiau minėtus reikalavimus.
2. Vertinant vizualius trinkelų paviršiaus pokyčius po 72 parų šaldymo-šildymo bandymų mažiausiai pakito Vilniaus gamyklos trinkelų paviršius, o labiausiai – Šiaulių. Tik viena iš keturių bandytų Kauno gamyklos trinkelų kiek labiau pakeitė savo pirminį paviršių (Nr. K4). Į KTU SMKTC visų pristatytų trinkelų nuotraukos prieš ir po atsparumo šalčiui bandymo yra pateiktos prieduose.

Direktorius

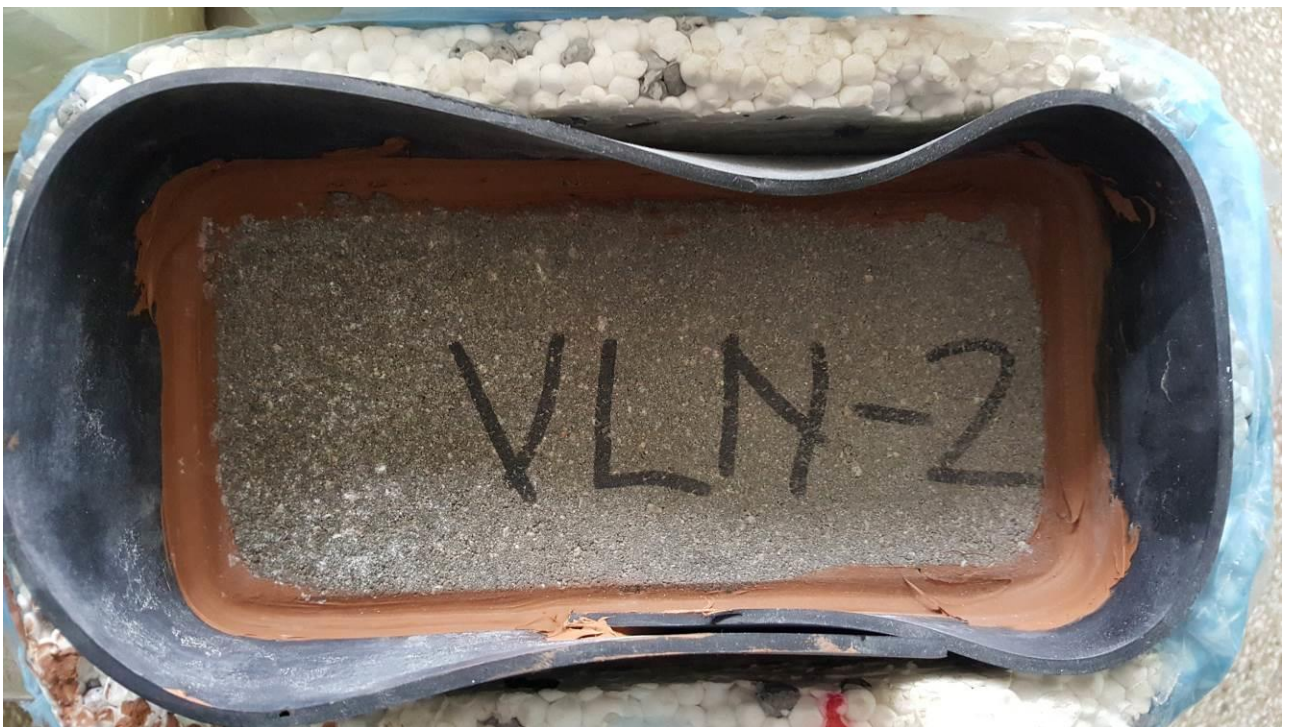
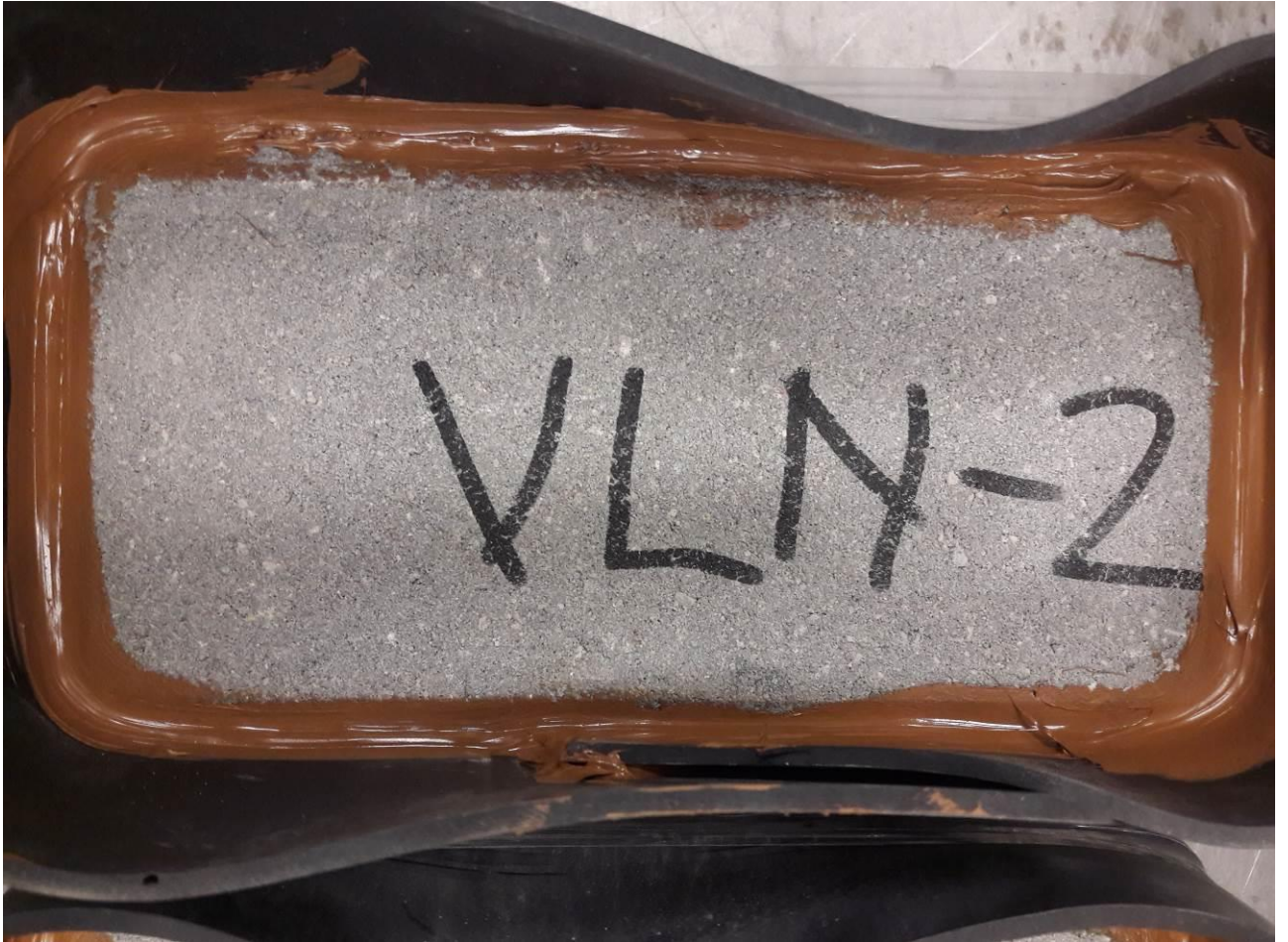


dr. Ernestas Ivanauskas

PRIEDAI



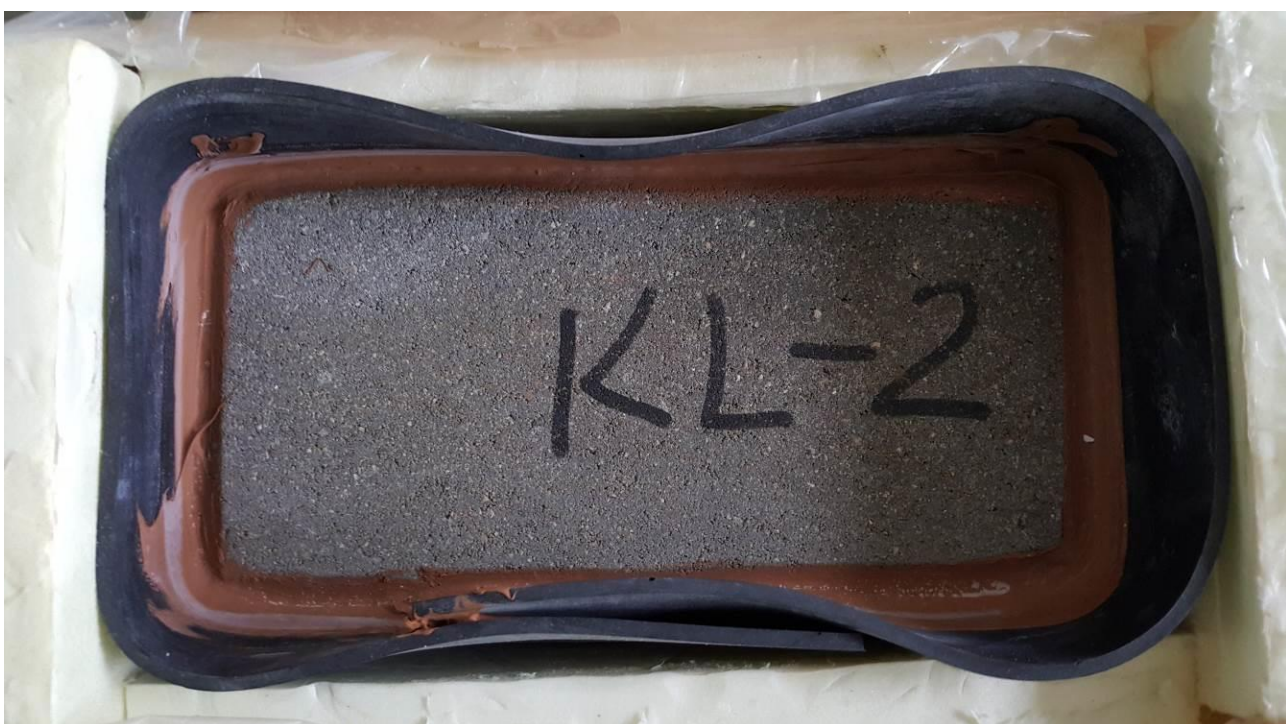
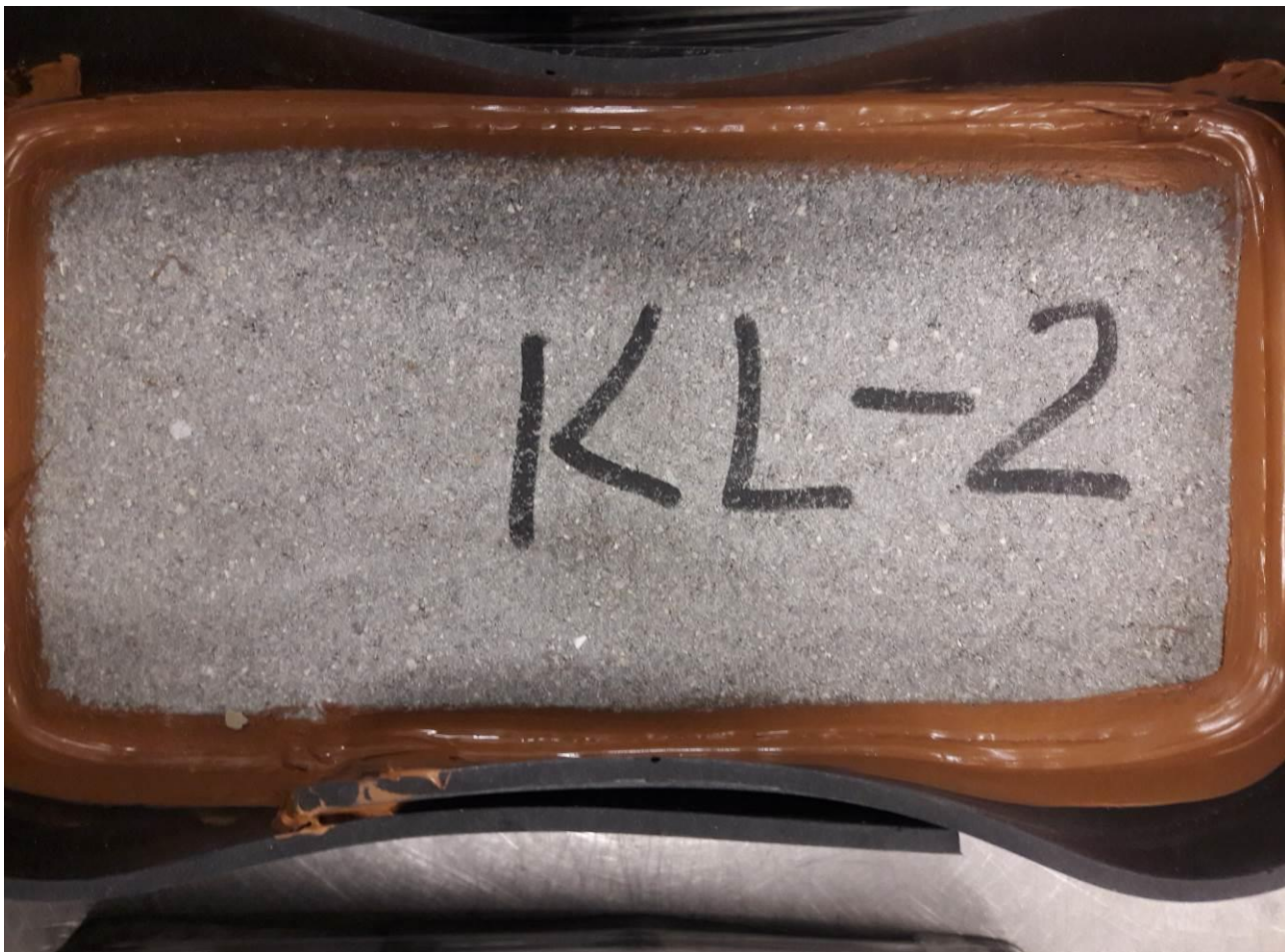
1 pav. VLN-1 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



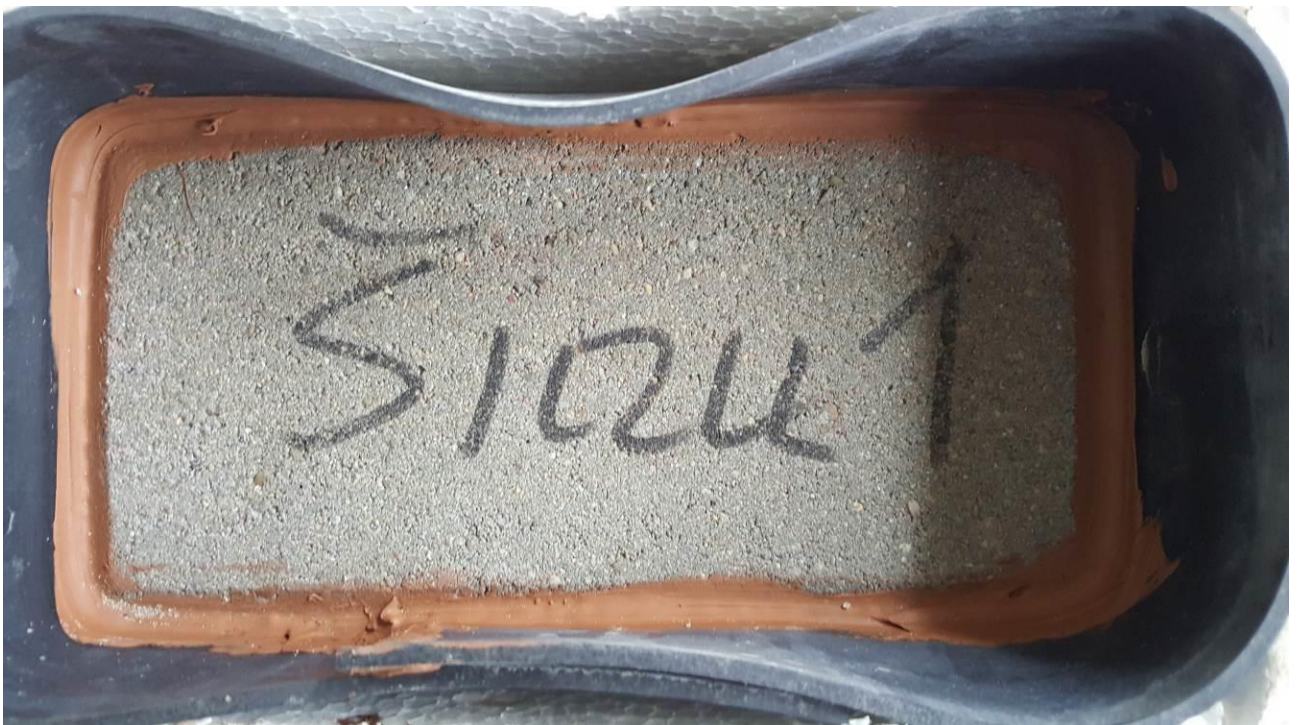
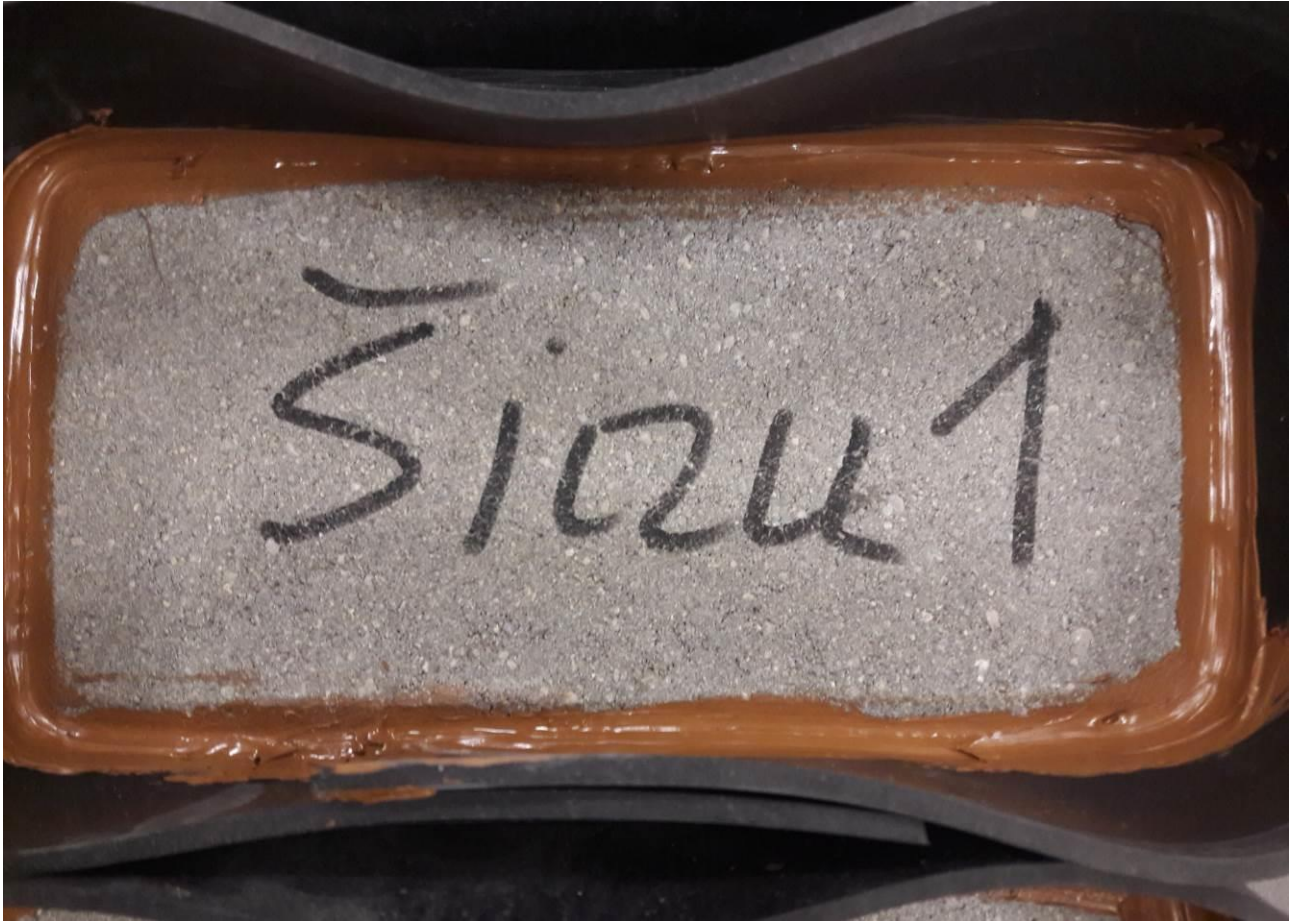
2 pav. VLN-2 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



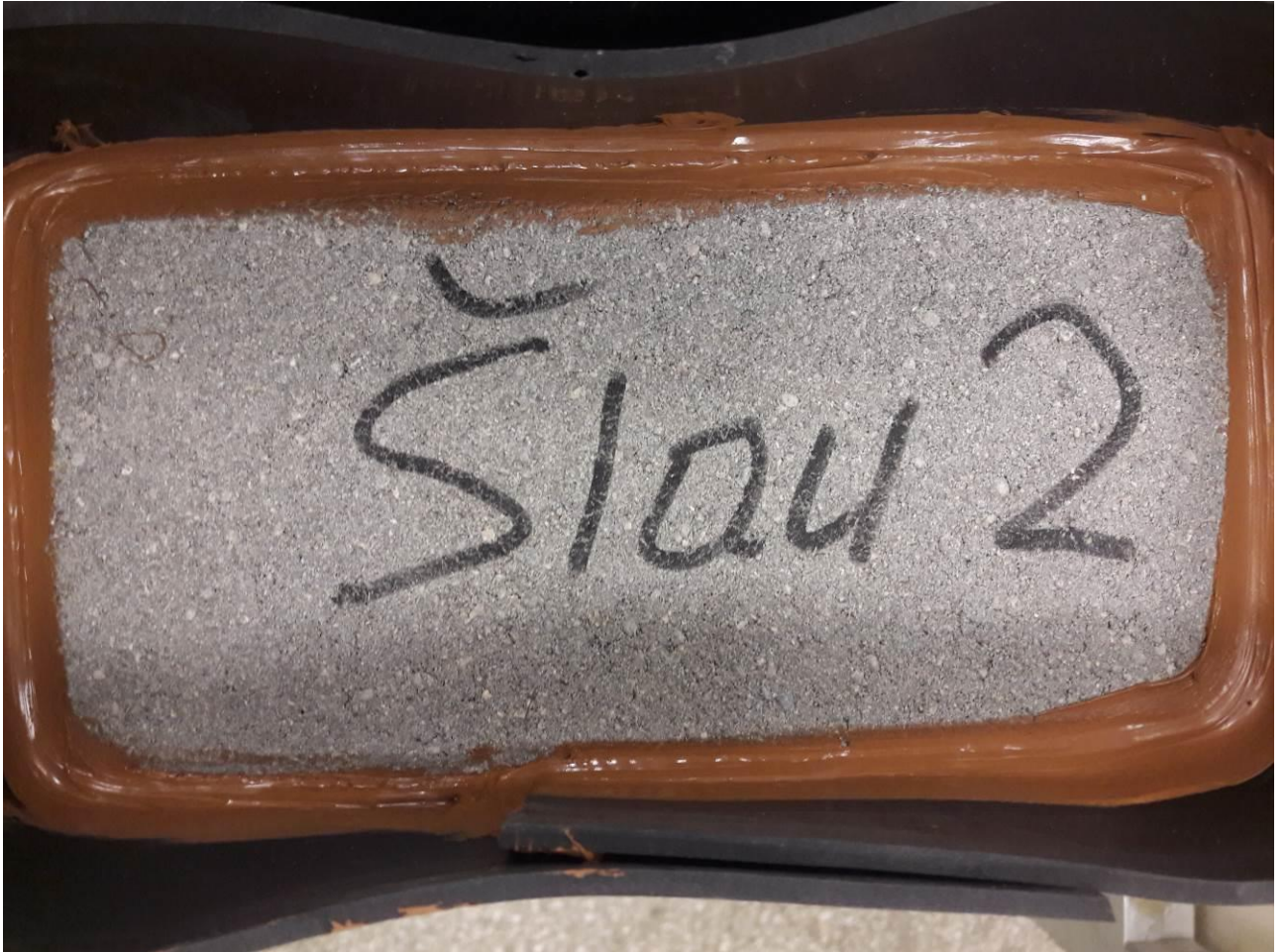
3 pav. KL-1 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



4 pav. KL-2 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



5 pav. Šiau1 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



6 pav. Šiau2 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



7 pav. K-1 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



8 pav. K2 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



9 pav. K3 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)



10 pav. K4 trinkelė prieš šaldymo bandymą (viršuje) ir po 72 parų bandymo (apačioje)