

MOLĖTŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS KELIŲ PRALAIĐŲ TECHNINĖS BŪKLĖS TYRIMAS IR VERTINIMAS

Darius UOGINTAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas darius.uogintas@vdu.lt

Santrauka

Hidrotechnikos statiniai yra nuolat veikiami agresyvių aplinkos veiksnių, sąlygojančių betoninių konstrukcijų greitesnę senėjimą, dėvėjimąsi ir pažeidimų atsiradimus. Per visą statinio ir jo konstrukcijų naudojimo laikotarpį turi būti vykdomi darbai, susiję su kokybišku jų būklės išlaikymu. Tam vykdoma statinio naudojimo ir techninė priežiūra. Priežiūrą sudaro daugelis prevencinių ir kitokių priemonių, užtikrinančių statinio naudojimo pagal paskirtį galimybę. Svarbu periodiškai ir patikimai nustatyti statinių techninę būklę ir laiku šalinti defektus ir pažeidimus. Straipsnyje pateikiama informacija apie Molėtų rajono savivaldybės teritorijoje ištirtų 30 kelių pralaidų techninę būklę. Būklė įvertinta vizualiniu ir instrumentiniu metodu; nustatyti paviršiniai konstrukcijų defektai ir pažeidimai, išanalizuotos jų priežastys, apibendrinti gauti betono stiprio tyrimų rezultatai, nustatyti neardomoju metodu.

Reikšminiai žodžiai: kelio pralaida, betono stipris, techninė būklė.

Įvadas

Inžinerinių statinių fizinę degradaciją sukelia medžiagų susidėvėjimas ir betoninių konstrukcijų senėjimas (Kuzmich, Kvasnikov, 2017). Gelžbetoninių konstrukcijų ilgaamžiškumas priklauso nuo priežiūros sąlygų, priežiūros, laiku atliekamo konstrukcijų remonto ar rekonstravimo. Dažniausiai pagrindinis dėmesys skiriamas ilgaamžiškumui nustatyti, remiantis pagrindinių fizinių ir mechaninių savybių kitimo, ypač betono gniuždymo stiprio, vertinimu (Šadzevičius ir kt., 2015). Betonai, ypač gelžbetoninės konstrukcijos, yra jautrūs aplinkos poveikiui (veiksmams statyboje), taip pat turi stiprų poveikį aplinkai (pvz., tarša, triukšmas, dinaminė sąveika ir kt.). Betono savybė – ilgaamžiškumas – turi įtakos konstrukcijos patikimumui (Maj et al., 2019). Nors betonai yra viena iš universaliausių ir patvariausių statybinių medžiagų, priešlaikinis nusidėvėjimas yra didelis iššūkis atliekant betoninių elementų patikrą ir priežiūrą (Scott et al., 2012). Svarbi statinių priežiūros dalis yra jų konstrukcijų tyrimai, kurių metu būklė tiriama ir vertinama vizualiai, kartu atliekant ir instrumentinę kontrolę (Jokūbaitis, 2007). Betono gedimo ar degradacijos priežasčių yra daug. Betono gedimas dėl gniuždymo apkrovos, žemo lygio nuovargio ciklų, šiluminės apkrovos, cheminio poveikio ir armuojančio plieno korozijos gali pasireikšti paskirstytą mikroskopinių pažeidimų forma. Dėl tokio pobūdžio pažeidimų vėliau gali atsirasti didelių defektų, tokių kaip įtrūkimai, atsisluoksniavimas, skilimas ir pleiskanojimas (Selleck et al., 1998). Daugelis betoninių konstrukcijų pažeidimų atsiranda dėl arti paviršiaus esančių defektų, pvz., tuštumų ir viršutinio armatūros sluoksnio korozijos, anglies pluoštu armuoto plastiko laminatų, naudojamų betoninėms konstrukcijoms stiprinti, atsisluoksniavimo, apsauginių dangų sistemų atsisluoksniavimo, taip pat paviršinių ir gilesnių įtrūkimų (Maierhofer et al., 2010). Betono savybės nustatomos standartiniais metodais bandant specialiai pagamintus ar iš konstrukcijos išgręžtus bandinius, stipriui nustatyti neretai taikomi neardomieji metodai (Gurskis, 2008). Klasikinis Šmidto plaktukas yra populiariausias neardomasis betono paviršiaus kietumo matavimo metodas (Kovler et al., 2018). Šmidto plaktuku galima palyginti greitai, mobiliai ir lengvai pamatuoti paviršiaus kietumą, (Malhotra, Carino, 2003). Dažnai dar statybos metu atsiradę defektai yra vėlesnių pažeidimų priežastis (pvz., dėl mažo betoninio apsauginio sluoksnio storio ar netinkamo betono sutankinimo galima armatūros korozinė pažeidimai) (Jokūbaitis, Šaučiuvėnas, 2012). Neigiamas aplinkos poveikis betonui gali lemti jo savybių pablogėjimą ir gelžbetoninių konstrukcijų ilgaamžiškumo sumažėjimą. Pagrindinės gelžbetonio elementų silpnėjimo priežastys yra betono karbonizacija, cheminė korozija, užšalimas ir atšilimas, taip pat mechaniniai defektai, galintys pažeisti betono dangą ir pradėti armatūros korozijos procesą. Destruktyvių procesų intensyvumas yra glaudžiai susijęs su aplinkos veiksnių veikimo intensyvumu (Raczkiewicz et al., 2019). Dėl tokių įvykių atsiradusių defektų betonai galiausiai praranda vientisumą. Nuolatinė betoninės konstrukcijos elgsenos kontrolė matuojant konstrukcijos deformacijas, apkrovos valdymas padeda palaikyti gerą konstrukcijos techninę būklę (Maj et al., 2019).

Tyrimo tikslas – ištirti Molėtų rajono savivaldybės kelio pralaidų ir pakelės griovių techninę būklę.

Tyrimo uždaviniai

1. Atlikti kelio pralaidų techninei būklei vertinti naudojamų metodikų analizę;
2. Nustatyti pasirinktų kelio pralaidų techninę būklę;
3. Pateikti pasiūlymus kelio pralaidų techninei būklei gerinti.

Tyrimų objektas ir metodai

2022 m. lapkričio mėn. Molėtų rajono savivaldybės teritorijoje buvo tirta 30 vnt. kelių pralaidų. Tiriant pralaidų būklę vietovėje, naudoti vizualiniai ir instrumentiniai metodai – apžiūrint statinius vietoje ir atliekant defektų bei pažeidimų matavimus ir fotofiksacijas, pildant pasirengtą „Pralaidos būklės vertinimo protokolą“, nurodant pralaidos charakteristiką, pralaidos elementų būklę, griovio šlaitų ir dugno tvirtinimo būdą, kelio būklę pralaidos zonoje ir kita informacija. Nustačius pažeidimus, buvo atliekami matavimai, t. y. nustatomas defektų ilgis, gylis, plotas ir kt. Atliktos pažeidimų charakteringų elementų fotofiksacijos. Įvertinta pralaidos būklė vizualiai. Paviršinio vandens nuleidimo įrenginių būklė vertinama pagal paviršinio vandens nuleidimo įrenginių būklės vertinimo kriterijus (Dėl Vietinės reikšmės..., 2016, 1 lent.).

1 lentelė. Paviršinio vandens nuleidimo įrenginių būklės vertinimo kriterijai (Dėl Vietinės reikšmės..., 2016)

Table 2. Criteria for evaluation of surface water lowering facilities (for local significance..., 2016)

Rodikliai	Paviršinio vandens nuleidimo įrenginių būklės vertinimas		
	Gera	Vidutinė	Bloga
	Pagrindinės pažaidos		
Pralaidos	– skerspjūvyje yra sąnašų, kurios iš dalies suvaržo vandens nutekėjimą ir vandens nutekėjimas iš dalies suvaržytas; – yra antgalių ištrupėjimų, kraštų nuskilimų, gilesnių kaip 1,0 cm, paviršiaus išsilukštenimų, gilesnių kaip 1,0 cm	– skerspjūvyje yra sąnašų, kurios neleidžia laisvai nutekėti vandeniui; – yra antgalių ištrupėjimų, kraštų nuskilimų, gilesnių kaip 2,0 cm, paviršiaus išsilukštenimų, gilesnių kaip 1,5 cm	– skerspjūvyje yra sąnašų, neleidžiančių nutekėti vandeniui; – yra antgalių ištrupėjimų, kraštų nuskilimų, gilesnių kaip 3,0 cm, paviršiaus išsilukštenimų, gilesnių kaip 2,0 cm

Pralaidų betono stipriui nustatyti naudotas neardantis prietaisas – Šmidto plaktukas.

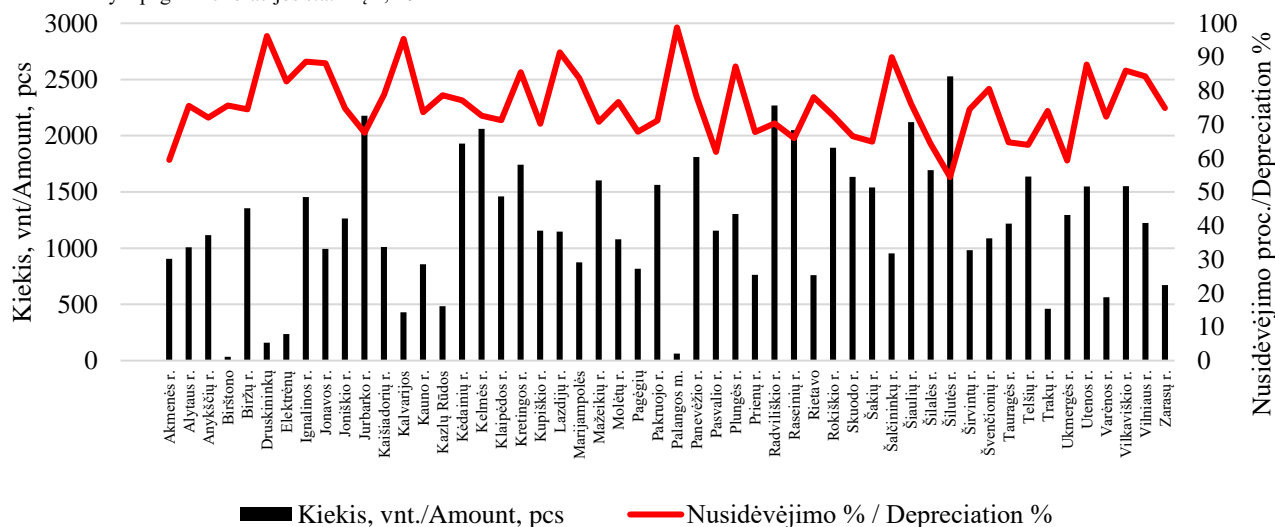
Atlikus bandymus buvo nustatoma prietaiso plunžerio atšokimo dydžių mediana ir pagal Šmidto plaktuko taravimo kreivę (Gurskis ir kt., 2004) nustatytas betono gniuždymo stipris; taip pat apskaičiuoti betono stiprio statistiniai rodikliai: standartinis nuokrypis, variacijos koeficientas.

Kai tikrinamieji skaičiavimai atliekami pagal duomenis, gautus natūralaus konstrukcijų tyrimo metu, garantuota betono stiprio reikšmė imama lygi garantuotam su 0,95 patikimumo betono stipriui, nustatytam pagal statistinio vertinimo metodus (Dėl statybos techninio..., 2005). Žinant vidutinį bandinių stiprį ir variacijos koeficientą, nustatomas su 95 % tikimybe garantuotas (charakteristinis) betono gniuždomo stipris.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

LR žemės ūkio ministerijos 2021-01-01 duomenimis (Melioruota žemė..., 2022), Molėtų rajone iš viso yra 1079 pralaidos, balansinė vertė sudaro 19 30033 Eur, nusidėvėjimas – 76,65 % (1 pav.). Vidutinis pralaidų nusidėvėjimas didesnis nei vidutinis visų pralaidų Lietuvoje – 72,58 %.

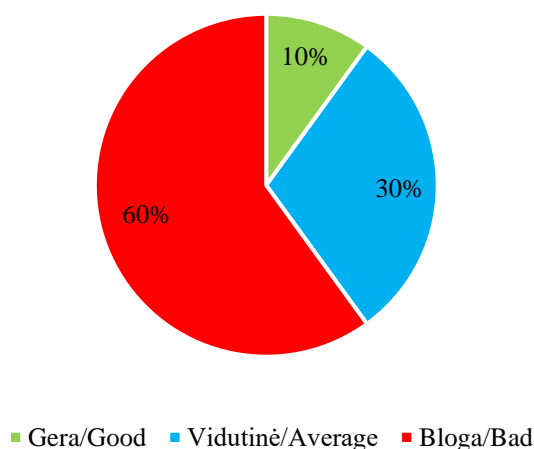
Šaltinis: sudaryta pagal Melioracijos statinių..., 2022.



Source: according to Melioracijos statinių..., 2022

1 pav. Pralaidų kiekis vnt. ir jų nusidėvėjimas skirtinguose rajonuose
Fig. 1. The number of culverts per unit and their depreciation % in districts

Įvertinant kelio pralaidų būklę pagal vizualinius ir instrumentinius metodus bei pagal paviršinio vandens nuleidimo įrenginių būklės vertinimo kriterijus (Dėl Vietinės reikšmės ..., 2016), nustatyta, kad visų tirtų pralaidų tik 10 % buvo geros būklės, o net 60 % – blogos (2 pav.).



2 pav. Tirtų pralaidų būklė Molėtų rajone

Fig. 2. Condition of investigated road culverts in Molėtai district

Nustatyta, kad dažniausiai pasitaikančios pažeidos yra pralaidų žiedų, vamzdžių bei antgalių betono irimas dėl nepakankamo stiprio ir atsparumo šalčiui, armatūrą saugančio apsauginio sluoksnio pažeidimai, armatūros korozija. Ties pralaida Nr. 7 antgalių nebuvo (3 pav.).



3 pav. Pralaidos Nr. 7 vizualinis vaizdas

Fig. 3. Water passages No. 7 visual image

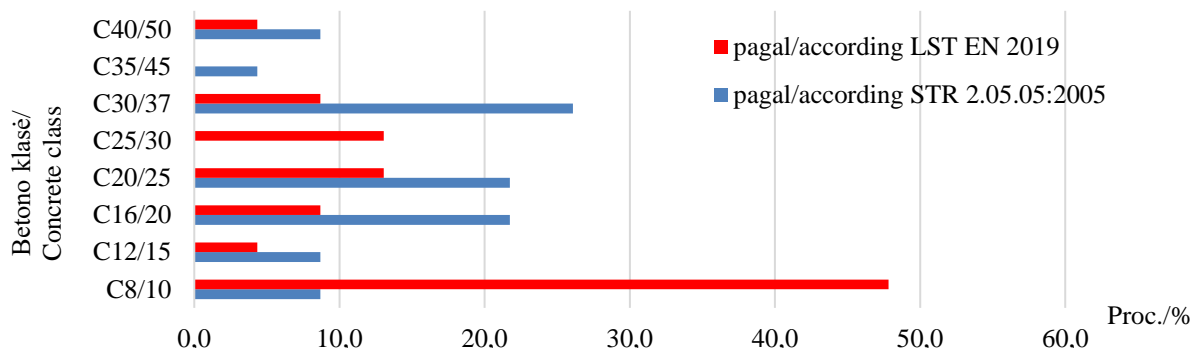
Betono stiprį gniuždant reglamentuoja LST EN 12390-3 standartas (Dėl reglamentuojamų ..., 2017). Pagal STR 2.05.05:2005, surenkamųjų gelžbetoninių konstrukcijų sandūroms monolitinti naudojamo betono klasė nustatoma atsižvelgiant į jungiamųjų elementų darbo sąlygas, tačiau turi būti ne žemesnė kaip C8/10 (STR 2.05.05:2005; Dėl statybos techninio..., 2005). Betono klasės atitinka 0,95 patikimumu garantuojamo (charakteristinio) stiprio vertės MPa (STR 2.05.05:2005). Betono gniuždymo stiprio charakteristinės vertės f_{ck} pateiktos 2 lentelėje.

2 lentelė. Apibendrinti kelio pralaidų betono tyrimo rezultatai

Table 2. Summarize concrete test results of road culverts

Kelio pralaidos elementas / The element of road culverts	Minimalus gniuždymo stipris /Min compression strength MPa	Mediana /Mediana	Maksimalus gniuždymo stipris /Max compression strength MPa	Gniuždymo stiprio vidurkis /Average of compression strength MPa	Vidutinis kvadratinis nuokrypis/Average standard deviation	Variacijos koeficientas / Variation coefficient %	Gniuždymo stipris /Compression strength, f_{ck} MPa
Betoniniai antgaliai / Concrete fins	13,00	17,78	26,14	18,75	4,58	26,82	12,7
Žiedai / Rings	23,79	32,12	37,67	31,62	4,33	14,97	24,7

Neardomuoju metodu ištyrus Molėtų r. savivaldybės kelio pralaidų betono stiprį gniuždant, nustatyta, kad pralaidos žiedų betono stipris daugeliu atveju yra didesnis nei antgalių. Net 14 % tirtų pralaidų antgalių betonas neatitiko žemiausios betono klasės, o pralaidos žiedų pagal LST EN 13791:2019 standartą 48 % tirtų atveju pralaidos žiedo betono stipris atitiko C8/10 klasę (arba aukštesnę). Iki 2020 m. buvo naudojamas STR 2.05.05:2005 statybinis techninis reglamentas, todėl betono stiprio klasė buvo parinkta ir pagal tuo metu galiojantį STR 2.05.05:2005 reglamentą. Lyginant betono klases, parinktas pagal 2005 m. statybos techninį reglamentą (STR 2.05.05:2005) su parinktomis pagal 2020 m. standartą LST EN 13791:2019, pastaruoju atveju dažniausiai betono stipris atitinka mažesnę klasę (4 pav.).



4 pav. Pralaidų žiedų betono klasės atitikimas, %

Fig. 4. Concrete class compliance of culvert rings, %

Kelio pralaidų techninei būklei gerinti siūloma laikytis Lietuvos automobilių kelių direkcijos rekomendacijų I defektams (pažaidoms) nustatyti ir statybos darbų rūšies parinkimo (Lietuvos automobilių..., 2016), kur yra pateikti darbo proceso aprašai, ir laiku atlikti šiuos darbus.

Išvados

1. Įvertinant kelio pralaidų techninę būklę nustatyta, kad tik 10 % visų tirtų pralaidų buvo geros būklės, 30 % – vidutinės, 60 % – blogos..
2. Neardomuoju metodu atlikus kelių pralaidų betono tyrimus, nustatyta, kad pralaidų žiedų betono stiprio variacijos koeficiento vidutinė reikšmė 26,8 %, o pralaidos antgalių – 12,7 %. (čia kažko trūksta)
3. Nustatyta, kad 48 % pralaidų žiedų betonas atitinka tik žemiausią C8/10 klasę, o 14 % pralaidų antgaliai neatitinka net žemiausios betono klasės.
4. Kelio pralaidos turėtų būti remontuojamos ir rekonstruojamos šiuolaikinėmis medžiagomis ir remtis rekomendacijomis pasirenkant statybos darbų rūšį bei laikantis darbų vykdymo reglamento.

Literatūra

1. Dėl reglamentuojamų statybos produktų sąrašo patvirtinimo. 2017 m. vasario 7 d. Nr. D1-123 Vilnius. LR AM Įsakymas. Prieiga per internetą: https://e-seimas.lrs.lt/rs/legalact/TAD/c5eabd00ed2f11e6be918a531b2126ab/format/ISO_PDF/ (žiūrėta 2023-01-20)
2. Dėl statybos techninio reglamento STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“ patvirtinimo. LR AM įsakymas Valstybės žinios, 2005-02-05, Nr. 17-550. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.249853?jfwid=rivwzvpvg> (žiūrėta 2023-01-20)
3. Dėl Vietinės reikšmės kelių (gatvių) defektų (pažaidų) nustatymo ir statybos darbų rūšies parinkimo rekomendacijų patvirtinimo. Valstybės įmonė Lietuvos automobilių kelių direkcija. TAR, 2016-05-04, Nr. 11182.
4. Gurskis, V., Skominas, R. 2008. Statybinių konstrukcijų patikimumo tyrimai. Kaunas ARDIVA, 89 p.
5. Gurskis, V., Juodis, J., Patašius, A., Skominas, R. 2004. Kauno rajono melioracijos sistemų gelžbetoninių statinių techninės būklės tyrimas ir vertinimas. *Vandens ūkio inžinerija: mokslo darbai*. Kaunas-Akademija: Vilainiai, 2004, Nr. 26 (46).
6. Jokūbaitis, V., Šaučiuvėnas, G. 2012. Statinių konstrukcijų techninės būklės vertinimas: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 200 p.
7. Jokūbaitis, V. 2007. Statinių gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų techninės būklės tyrimai ir vertinimas: mokomoji knyga. Vilnius: Technika. 80 p.
8. Kovler, K., Wang, F., Muravin, B. 2018. Testing of concrete by rebound method: Leeb versus Schmidt hammers. *Materials and Structures*, Vol. 51(5), p. 1–14.
9. Kuzmych, L., Kvasnikov, V. 2017. Study of the durability of reinforced concrete structures of engineering buildings. In *Recent Advances in Systems, Control and Information Technology: Proceedings of the International Conference SCIT 2016*, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland (pp. 659–663).

10. Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie susisiekimo ministerijos direktoriaus įsakymas dėl vietinės reikšmės kelių (gatvių) defektų (pažaidų) nustatymo ir statybos darbų rūšies parinkimo rekomendacijų patvirtinimo. 2016 m. gegužės 4 d. Nr. V-258 Vilnius. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/a409da40123311e6aa14e8b63147ee94?jfwid=q86m1vqqw> (žiūrėta 2023-02-20)
11. LST EN 12390-3:2019. 2020. Testing hardened concrete – Part 3: Compressive strength of test specimens. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/7eb738ef-44af-436c-ab8e-e6561571302c/en-12390-3-2019> (žiūrėta 2023-02-15)
12. Maierhofer, C., Röllig, M., Schlichting, J. 2010. Active thermography for evaluation of reinforced concrete structures. In *Non-destructive evaluation of reinforced concrete structures* (pp. 370–402).
13. Maj, M., Grzymiski, F., Ubysz, A. 2019. The loss of durability in reinforced concrete structures. In *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1425, No. 1, p. 012207. IOP Publishing. Prieiga per internetą: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1425/1/012207/pdf> (žiūrėta 2023-01-20)
14. Malhotra, V. M., Carino, N. J. 2003. *Handbook on nondestructive testing of concrete*. CRC press.
15. Melioruota žemė ir melioracijos statiniai. 2022-01-01. Informacinis leidinys. Vilnius, 61p.
16. Raczkiwicz, W., Wojcicki, A., Grzmił, W., Zapala-Slaweta, J. 2019. February. Impact of environment conditions on the degradation process of selected reinforced concrete elements. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* Vol. 471, No. 3, 032048.
17. Scott, M., Luttig, H., Strydom, M., Gonelli, M., Kruger, D., Rankine, R. G. D., Broodryk, T. 2012. Passive infrared thermography as a diagnostic tool in civil engineering structural material health monitoring. In *Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting III: 3rd Int. Conf. on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting, ICCRRR-3* (p. 274). Cape Town.
18. Selleck, Scott F., Eric N. Landis, Michael L. Peterson, Surendra P. Shah, Jan D. Achenbach. 1998. Ultrasonic investigation of concrete with distributed damage. *Materials Journal*, Vol. 95, no. 1, p. 27–36.
19. Šadzevičius, R., Sankauskienė, T., Milius, P. 2015. Comparison of concrete compressive strength values obtained using rebound hammer and drilled core specimens. In *International scientific conference Rural Development 2017*.

THE INVESTIGATION AND ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE ROUD CULVERTS IN THE MOLETAI DISTRICT MUNICIPALITY

Summary

Hydrotechnical structures are constantly exposed to aggressive environmental factors, which lead to faster aging, wear and tear of concrete structures. During the entire period of use of the building and its structures, work related to the quality maintenance of their condition must be carried out. For this, technical maintenance of the building is carried out. This maintenance consists of many preventive and other measures that ensure the ability of the structure to be used as intended. One of the main measures is timely removal of defects and damage. After examining 30 water passages of the Moletai district municipality, the article presents the surface structural defects and damage identified by the visual instrumental method, analyzed their causes, summarized the results of concrete strength tests, determined by the non-destructive method (Šmidt's hammer).

Keywords: road culvert, concrete strength, technical condition.