

KELIO PRALAIĐŲ REKONSTRAVIMO VARIANTŲ ANALIZĖ

Lina PAULIUKEVIČIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: lina.pauliukeviciene@vdu.lt

Raimondas ŠADZEVIČIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: raimondas.sadzevicius@vdu.lt

Santrauka

Šiame darbe nagrinėjamos kelios pralaidos, kurios užtikrina vandens nutekėjimą po automobilineis keliais, apsaugo kelio pylimus nuo paviršinės erozijos, potvynių sukeltų deformacijų bei užtikrina mažosios faunos migracijos kelius. Analizuojami kelio pralaidų defektai ir pažeidos bei jų pašalinimo ar rekonstravimo būdai. Tyrimo tikslas – nustatyti esamų gelžbetoninių pralaidų defektų priežastis bei parinkti optimalius jų rekonstravimo metodus. Atliekant tyrimą nustatyta, kad gelžbetoninės pralaidos pasižymi dideliu svoriu, sudėtingu transportavimu ir montavimu, jautrios grunto deformacijoms ir apkrovoms. Dėl pralaidų elementų jungčių poslinkių į vamzdžius byra gruntas, sumažėjus skerspjūviui sumažėja ir vandens pralaidumas, didėja sankasos deformacijos ir priežiūros išlaidos. Taip pat laikui bėgant blogėja gelžbetonio fizikinės ir mechaninės savybės, o priežiūra reikalauja reguliarių apžiūrų ir, dažnu atveju, remonto. Alternatyva laikomos gofruotos plieninės ir polipropileno pralaidos, kurios yra lengvesnės, lengviau montuojamos, geriau prisitaiko prie grunto poslinkių ir dažnai ekonomiškesnės. Tyrimo išvadose teigiama, kad gelžbetoninių pralaidų priežiūra yra brangi ir sudėtinga, todėl racionalus rekonstravimo sprendimas – senoje pralaidoje įrengti mažesnio skersmens plastikinę pralaidą. Toks metodas sumažina darbų apimtį ir kaštus, nes nereikia ardyti senos konstrukcijos, kartu užtikrinant ilgaamžiškumą ir patikimumą.

Reikšminiai žodžiai: automobilinio kelio pralaida, defektai, pažeidos, rekonstravimas.

Išvadas

Tiesiant naujus kelius arba rekonstruojant senus, traseje pasitaiko įvairių kliūčių: upių, kanalų, daubų, griovių, slėnių, įklonių, kelių, inžinerinių komunikacijų ir kt. Norint nutiesti kelią per tokias kliūtis, reikia statyti specialius statinius. Jų priežiūra turi būti paprasta ir nebrangi. Statiniai turi būti tokios konstrukcijos, kad būtų stiprūs, išlaikytų pastovią formą, padėtų ir standumą veikiant apkrovoms bei nepalankiai aplinkai. Eksploataciniu požiūriu transporto statiniai turi būti tokie, kad būtų saugūs ir patogūs transporto priemonių bei pėsčiųjų eismas, atsižvelgiant į nuolat didėjančią eismo intensyvumą. Pagrindiniai kelio statiniai: tiltas, viadukas, estakada, tunelis, įvairios paskirties pralaidos, krantinės ir atraminės sienos (Motienė ir Dulka, 2024). Pralaidos – tai inžinerinės konstrukcijos, skirtos vandeniui praleisti po automobilių keliu, geležinkelio keliu, pylimu ar kita užtvartine konstrukcija. Pagrindinės jų funkcijos yra užtikrinti tinkamą paviršinių ir gruntinių vandenų nutekėjimą, apsaugoti kelių ir kitų statinių pamatus nuo potvynių ir grunto erozijos (Petru et al., 2017), palaikyti melioracijos tinklus, išlaikyti ekologinius ryšius (Žibienė, 2011) (pvz., žuvų migracijai ar kitų gyvūnų laisvam judėjimui) ir sumažinti apkrovos kelio sankasoms bei pylimams. Vandens pralaidos turi būti įrengiamos taip, kad nebūtų pažeistos žemės ūkio paskirties drenažo sistemos, o kur jų nėra (pvz., miškuose), – kad neužpelkėtų pakelės. Vandens patvenkimas prieš pralaidą neturi daryti žalos aplinkai. Reikia sutvirtinti griovių vagas ties pralaidų antgaliais, atsižvelgiant į hidraulinių skaičiavimų rezultatus ir griovio dugno gruntus (KTR 1.01:2008).

Gelžbetoninės vamzdinės pralaidos yra statomos dideliems debitams praleisti per kelius, dažniausiai iki 10 ar 20 m³/s. Išnagrinėjus gelžbetoninių vamzdžių gamybinius ypatumus bei savybes (Basit et al., 2024), nustatyta, kad gelžbetoninių vamzdžių sistemos tarnavimo laikas trumpesnis, transportavimo išlaidos yra kur kas didesnės, o montavimo darbai sudėtingesni.

Vandens pralaidų defektai, pažeidos ir jų priežastys, techninės būklės vertinimas aprašomi Lietuvos (Narmontas, 2022) ir užsienio (Petru et al., 2017) mokslininkų straipsniuose.

Kelių pralaidų priežiūros algoritmai pateikti straipsnyje (Mandić et al., 2021), o pagrindiniai kelio pralaidų gelžbetoninių vamzdžių būklės rodikliai nurodyti mokslinėje literatūroje (Han, Song, 2017):

- Skylės (angl. Holes): leidžia gruntui išsiplauti, o tai sukelia tuštumų susidarymą po kelio danga.
 - Plyšiai (angl. Cracks): gali rodyti vamzdžio dalių poslinkį; betoniniams vamzdžiams kritiniu laikomas plyšys, kurio plotis viršija 6 mm.
 - Jungčių problemos: apima atsiskyrusias jungtis (angl. Separated Joints), deformuotas jungtis (angl. Misalignment) ir atsiskyrusius antgalius (angl. Separated Apron). Betoninėse pralaidose tuštumos kelyje dažnai atsiranda dėl 2,5 cm ar didesnio pločio jungčių atsiskyrimo.
 - Deformacija (angl. Deformation): vamzdžio planinės padėties pasikeitimas (vertikalios ir horizontalios deformacijos).
 - Paviršiaus betono lupimasis ar trupėjimas (angl. Spalling/Flaking), pasitaiko visiškai atidengta armatūra, abrazija dėl trinties bei porėtos dėmės, rodančios nekokybišką betono mišinį.
- Kelyje pastebimi rodikliai (Roadway Indicators), kai pralaidos pažeidos jau daro įtaką kelio konstrukcijai:

- Sufozija (angl. Piping): tai procesas, kai vanduo išteka per kiaurymes vamzdyje arba per deformuotas jungtis ir teka palei vamzdžio išorę, išplaudamas kelio pylimo gruntą.
- Tuštumos kelyje (angl. Void in Road): dažniausiai atsiranda dėl sufozijos ar pro skylės išplaunamo grunto.
- Kelio pažaidos (angl. Road Distress): tai gali būti dangos loppai, įdubimai ar plyšiai paviršiuje, atspindintys blogą vamzdžio būklę.
- Šlaito ertmės (angl. Inslope Cavity) ir erozija (angl. Erosion/Scour): pažeidimai aplink pralaidos antgalius ar šlaite.

Persistūmusių vamzdžių segmentai (žr. 1 pav.) neužtikrina sujungimų sandarumo ir grunto dalelės infiltruojasi į vamzdžio vidų, o tai neišvengiamai lemia didesnius sankasos nuosėdžius, asfalto dangos deformacijas. Į vamzdžius per sandūras patekęs gruntas mažina vandens pralaidumą. Dėl šios priežasties gelžbetoninius vamzdžius reguliariai reikia valyti ir tai dar viena priežastis, kuri didina eksploatacines išlaidas bei mažina vamzdžių sistemos tarnavimo laiką.



Šaltinis: sudaryta (Narmontas, 2022)
Source: according to Narmontas (2022)

1 pav. Vamzdžių jungčių deformacija
Fig. 1. Deformation of pipe joints

Gelžbetoninės pralaidos yra net 20 kartų sunkesnės lyginant su plastikiniais vamzdžiais. Pavyzdžiui, 1 m skersmens ir 2,5 m ilgio gelžbetoninis vamzdis sveria apie 2,60 t (Basit et al., 2024). Tuo tarpu tokių pačių parametrų plastikinis gofruotas vamzdis sveria apie 120 kg. Gaminant 2,5 m ilgio vamzdžius vamzdyno sistemoje yra didesnis sandūrų kiekis.

Gofruotos pralaidos – tiek plieninės, tiek iš polipropileno (PP) – pastaraisiais dešimtmečiais tapo plačiai naudojamu sprendimu renovacijos ir keitimo projektuose. Jos lengvai sugeria įvairias judesio deformacijas ir pasikartojančias apkrovas, todėl ypač tinka dideliems sistemos poslinkiams (Hengshui Yitong Pipe Industry, 2025).

Jų privalumai apima mažesnę svorį ir lengvesnę transportavimą bei montavimą, didesnę atsparumą korozijai (ypač PP), galimybę naudoti ilgesnių skersmenų modulius ir ekonomišką montavimą sudėtingose vietose (Haviland et al., 1967). Gofruotos konstrukcijos taip pat pasižymi gera deformacine geba, leidžiančia geriau prisitaikyti prie grunto judesių ir sumažinti apkrovų perdavimą į aplinkinius gruntus riziką. Kitas aspektas, į kurį reikia atsižvelgti, yra pašalinto pradinio metalo storio procentas, nes tai leidžia įvertinti esamų įrenginių eksploataavimo laiką. Nepadengtų pralaidų, mažiau nei 10 metų eksploataavimo laiko, metalo nuostoliai vidutiniškai siekia 3 procentus, o didžiausias užfiksuotas kiekis 23 proc. (Haviland et al., 1967).

Mokslininkai (Rauch et al., 1994) nurodo, kad dauguma dabartinių metalinių dėžinio tipo pralaidų projektavimo gairių buvo sukurtos remiantis baigtinių elementų analize, kai gruntas modeliuojamas su plokštumine deformacija, o pralaida – sijos-kolonos elementais. Šios pralaidos paprastai gaminamos su mažo gylio gofruotomis plokštėmis ir papildomais standinimo briaunomis.

Kita vertus, apžvelgiant popropileno (PP) gofruotas pralaidas nurodoma (Serebrennikov, Serebrennikov, 2020), kad plačiai paplitęs polipropileno gofruotų vamzdžių naudojimas nepatvenktoms pralaidoms reikalauja, kad statybos technologija užtikrintų jų fizikinių ir mechaninių savybių laikymąsi eksploataavimo metu. Polipropileno gofruotų vamzdžių naudojimas pralaidoms kelių statybos sektoriuje kelia didesnius reikalavimus. Straipsnyje (Serebrennikov, Serebrennikov, 2020) nagrinėjamas užkasto vamzdžio elgesys sąveikaujant su aplinkiniu gruntu, taip pat atskleisti dabartinių statybos normų ir reglamentų prieštaravimai. Įrodyta, kad polipropileno gofruotų vamzdžių atveju užpylimo grunto atsparumas, priklausomai nuo sutankinimo laipsnio, yra esminis veiksnys, užtikrinantis ilgalaikį vamzdžio apskrito skerspjūvio stabilumą. Teoriniai skaičiavimai patvirtino, kad, priklausomai nuo užpylimo gylio, santykinė polipropileno gofruotų vamzdžių deformacija gali viršyti didžiausias leistinas vertes. Pasiūlytas inžinerinis sprendimas, kuris padidina vamzdžio atraminės reakcijos standumą veikiant gniuždymo jėgoms ir sumažina transporto priemonių apkrovą.

Be šių standartinių pralaidų jau yra įvairių išmanių, naujoviškų pralaidų, kurios skirtos ne tik kelio konstrukcijos elementui užpildyti, tačiau ir smulkiesiems gyvūnams praleisti (ACO PRO KT 500, 2023).

Pažeistų gelžbetoninių kelio pralaidų tvarūs rekonstravimo principai nagrinėti panaudojant dirbtinį intelektą ir pateikti straipsnyje (Khan et al., 2025).

Tyrimo tikslas – nustatyti esamų automobilinių kelių gelžbetoninių pralaidų defektus ir pažaidas, įvertinti techninę būklę ir pasiūlyti optimalius šio tipo pralaidų rekonstravimo variantus.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti esamų automobilinių kelių gelžbetoninių pralaidų defektus ir pažaidas bei techninę būklę.
2. Išanalizuoti gelžbetoninių pralaidų rekonstravimo būdus ir priemones.
3. Atlikti konstrukcinius skaičiavimus.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimų objektas – vandens pralaidos kelyje Salaperaugis-Liubavas-Aleksandravas ir jų galimo rekonstravimo sprendiniai.

Tyrimų metodika

Atliekant tyrimus naudota:

Literatūros ir techninio darbo projekto (Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., 2020) analizė. Pagal analizuotą techninį darbo projektą gelžbetoninė pralaida D1500 Pk 107+65 yra blogos būklės, pralaidos žiedai ištrupėję; esama gelžbetoninė pralaida D1500 Pk 127+49 yra labai blogos būklės, dėl šios priežasties projekte numatoma pralaidą demontuoti; gelžbetoninė pralaida D800 ties PK 147+38 yra labai blogos būklės: sena, ištrupėjusi, ji keičiama ir projektuojama nauja metalinė pralaida.

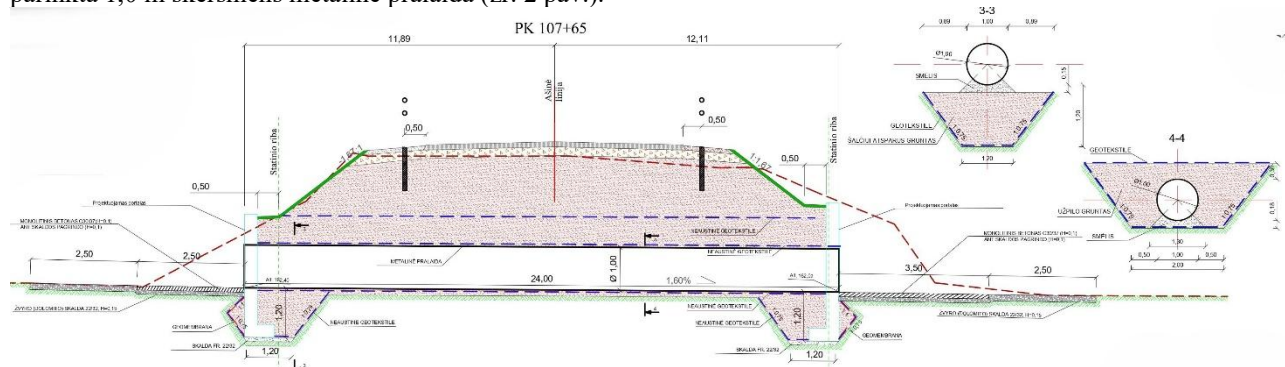
Konstrukcinė gelžbetoninių ir metalinių gofruotų pralaidų variantų analizė.

Siūlomų rekonstravimo sprendinių palyginimas.

Buvo atlikta pralaidos konstrukcijų analizė, kai gelžbetoninė pralaida ant standaus pagrindo (betoniniai ar gelžbetoniniai pamatai) ir kai metalinė gofruota pralaida ant susispaudžiančio (tampraus) pagrindo (smėlio, skaldos ar žvyro pagrindai). Konstrukcinių stiprinimo variantų analizei naudotas kompiuterinių programų paketas. Pralaidų ant tampraus pagrindo skaičiavimo principai nurodyti literatūroje (Krutinis, 2007; Sližytė ir kt., 2012).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Pagal techninį darbo projektą (Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., 2020) gelžbetoninė pralaida D1500 Pk 107+65 yra blogos būklės, pralaidos žiedai ištrupėję, dėl šios priežasties numatoma gelžbetoninę pralaidą pakeisti į metalinę D1000 pralaidą. Įvertinus hidrometeorologines sąlygas nustatyta, kad prie 2 proc. tikimybės pavasario potvynio maksimalus vandens debitas yra 1,86 m³/s. Vadovaujantis ST 188710638.07:2004 (dabar (KP PST 24)) 1 dalies 2 lentelė, parinkta 1,0 m skersmens metalinė pralaida (žr. 2 pav.).



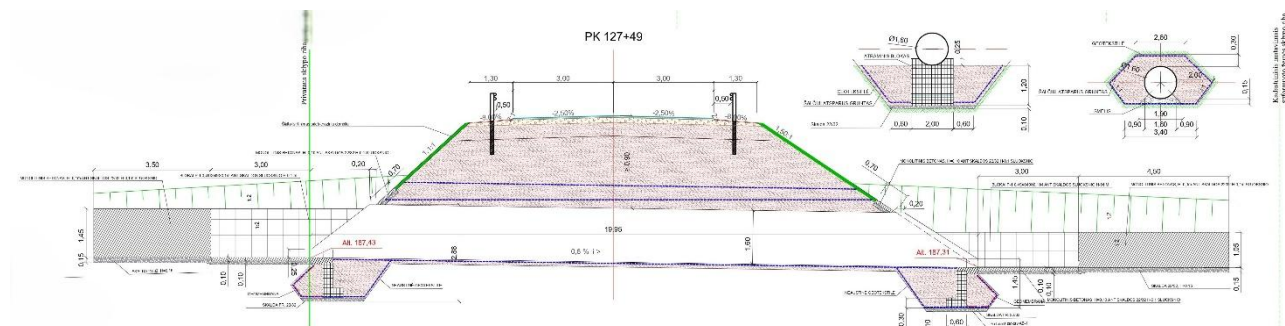
Šaltinis: Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., (2020)

Source: Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., (2020)

2 pav. Gelžbetoninė pralaida D1500 Pk 107+65 pakeista į D1000skersmens metalinę pralaidą

Fig. 2. The reinforced concrete culvert D1500 at km 107+65 has been replaced with a metal culvert with a diameter of D1000

Esama gelžbetoninė pralaida D1500 Pk 127+49 yra prastos būklės, dėl šios priežasties projekte numatoma pralaidą demontuoti, jos vietoje projektuojama nauja D1600 metalinė pralaida (žr. 3 pav.).



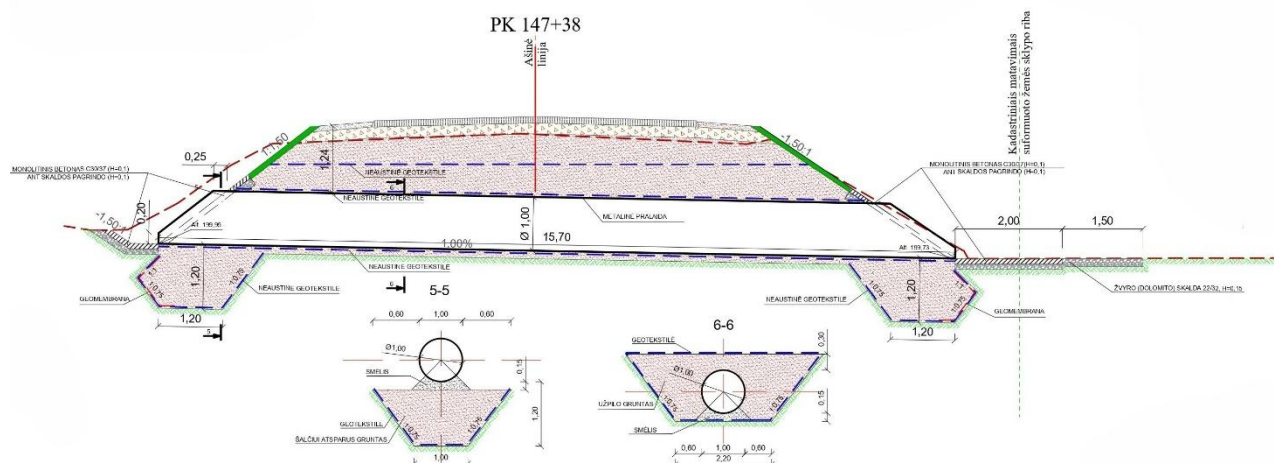
Šaltinis: Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., (2020)

Source: Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., (2020)

3 pav. Gelžbetoninė pralaida D1500 127+49 pakeista į D1600skersmens metalinę pralaidą

Fig. 3. The reinforced concrete culvert D1500 at km 127+49 has been replaced with a metal culvert with a diameter of D1600

Gelžbetoninė pralaida D800 ties PK 147+38 yra labai blogos būklės: sena, ištrupėjusi, ji keičiama ir projektuojama nauja metalinė D1000 pralaida (žr. 4 pav.).



Šaltinis: Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., (2020)
Source: Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., (2020)

4 pav. Gelžbetoninė pralaida D800 147+38 pakeista į D1000skersmens metalinę pralaidą

Fig. 4. The reinforced concrete culvert D800 at km 147+38 has been replaced with a metal culvert with a diameter of D1000

Siekiant palyginti seniau įrengtų gelžbetoninių pralaidų armavimo atitikimą dabartiniams normatyviniams dokumentams, atlikti konstrukciniai skaičiavimai, kurių rezultatai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Gelžbetoninių kelio pralaidų, reikalingo armavimo parinkimo skaičiavimų rezultatai (sukurta autorių)

Table 1. Results of calculations for the selection of the required reinforcement for reinforced concrete road culverts (created by the authors)

Varianto numeris	Veikiančios įrašos, armavimo rodikliai	Taškas "A"	Taškas "B"	Taškas "C"	
1 variantas gelžbetoninė pralaida skersmuo 1500mm	Lenkimo momentas M, kNm	4,39	-1,67	1,47	
	Ašinė jėga N, kN	-3,23	3,19	-3,97	
	Tempiamos zonos (vidinės ir išorinės zonos) armavimas	d 5 S 400 žingsn. 200 mm	d 5 S 400 žingsn. 200 mm	d 5 S 400 žingsn. 200 mm	
2 variantas gelžbetoninė pralaida skersmuo 800 mm	Lenkimo momentas M, kNm	0,75	-0,28	0,25	
	Ašinė jėga N, kN	-0,17	1,78	-1,08	
	Tempiamos zonos (vidinės ir išorinės zonos) armavimas	d 5 S 400 žingsn. 200 mm	d 5 S 400 žingsn. 200 mm	d 5 S 400 žingsn. 200 mm	

Pagal pralaidos ant standaus pagrindo skaičiavimų rezultatus, pateiktus 1 lentelėje, nustatyta, kad pagal dabartinius normatyvinius dokumentus gelžbetoninių pralaidų armavimas naudojant armavimą dviem eilėmis, kai S 400 klasės armatūros skersmuo 5 mm su armavimo žingsniu 200 būtų racionalesnis palyginus su faktiniu šių pralaidų armavimu naudojant S240 klasės armatūrą, kurios skersmuo 8 mm.

Pagal techninį darbo projektą (Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., 2020) gelžbetoninės pralaidos D1500 Pk 107+65 keitimas į metalinę D 1000 pralaidą gali būti netinkamas – pralaidos skerspjuvis per mažas praleisti didesnius potvynio debitus.

Siekiant palyginti techniniame darbo projekte (Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615..., 2020) parinktų naujų metalinių pralaidų (žr. 4 pav.) įrengimo atitikimą dabartiniams normatyviniams dokumentams, atlikti konstrukciniai skaičiavimai, kurių rezultatai pateikti 2 lentelėje.

4 pav. D1500 ir D1000 skersmens metalinių pralaidų skaičiavimo duomenys

Fig. 4. Calculation data for metal culverts with diameters of D1500 and D1000

2 lentelė. Gelžbetoninių apvalaus skerspjūvio pralaidų geometriniai parametrai, (KP PST 24)

2 Table. Geometric parameters of reinforced concrete culverts with circular cross-section, (KP PST 24)

Išorinis vamzdžio skersmuo D, mm	Reikalaujamas vamzdžio sienelės storis ne mažesnis kaip	Vidutinis slėgis į vamzdžio pagrindą	Mažiausias smėlio pagalvės storis
1,528	3 mm	127 kPa	0,5 m
0,955	4 mm	130 kPa	0,5 m

Pagal pralaidos ant tampraus pagrindo skaičiavimų rezultatus, pateiktus 2 lentelėje, nustatyta, kad pagal dabartinius normatyvinius dokumentus reikalingas vamzdžio pagrindo (smėlio pagalvės) storis 0,5 m, techniniame darbo projekte (Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615., 2020) pasirinktas smėlio pagalvės 0,15 m storis ant geotekstilės pagrindo gali būti nepakankamas.

Išvados

1. Pralaidų, gelžbetoninių konstrukcijų remontas ir priežiūra turi būti vykdoma kasmet, jas apžiūrint ir įvertinant jų būklę – reikia imtis priemonių, kad užtikrinti suremontuotų konstrukcijų saugumą, ilgaamžiškumą ir patikimumą. Tačiau kasmetinis valstybinių lėšų trūkumas melioracijos statiniams dar labiau pablogina situaciją.

2. Pagal analizuotą techninį darbo projektą numatyta gelžbetoninių pralaidų demontavimas ir naujų metalinių pralaidų įrengimas, tačiau remiantis literatūros analize, esamų gelžbetoninių pralaidų rekonstravimui rekomenduojama į esamą seną pralaidą įvilkti mažesnio skersmens naują plastikinę pralaidą. Šis būdas ženkliai sumažintų pralaidos atnaujinimo kaštus, nes nereiktų ardyti senos pralaidos.

3. Pagal pralaidos ant standaus pagrindo skaičiavimų rezultatus, nustatyta, kad pagal dabartinius normatyvinius dokumentus gelžbetoninių pralaidų armavimas naudojant armavimą dviem eilėmis, kai S 400 klasės armatūros skersmuo 5 mm su armavimo žingsniu 200 būtų racialesnis palyginus su faktiniu šių pralaidų armavimu naudojant S240 klasės armatūrą, kurios skersmuo 8 mm. Gelžbetoninės pralaidos D1500 Pk 107+65 keitimas į metalinę D 1000 pralaidą gali būti netinkamas – pralaidos skerspjūvis per mažas praleisti didesnius potvynio debitus.

4. Pagal pralaidos ant tampraus pagrindo skaičiavimų rezultatus, nustatyta, kad pagal dabartinius normatyvinius dokumentus reikalingas vamzdžio pagrindo (smėlio pagalvės) storis 0,5 m, techniniame darbo projekte pasirinktas smėlio pagalvės 0,15 m storis ant geotekstilės pagrindo gali būti nepakankamas.

Literatūra

1. ACO. (2025). ACO PRO KT 500 varliagyvių pralaida. <https://www.aco.lt/produktai/lauko-sistemas/varliagyviu-apsaugos/pagrindinio-kelio-pralaida>
2. Basit, A., Abbas, S., Ajmal, M. M., Mughal, U. A., Kazmi, S. M. S., & Munir, M. J. (2024). Joint behavior of full-scale precast concrete pipe infrastructure: Experimental and numerical analysis. *Infrastructures*, 9(4), Article 69. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9040069>
3. Han, S., & Song, H. (2017). Evaluation of defect types for characteristic database construction of large sewage box culverts. *Journal of Korean Society of Water and Wastewater*, 31(6), 619–627. <https://doi.org/10.11001/jksww.2017.31.6.619>
4. Haviland, J. E., Bellair, P. J., & Morrell, V. D. (1967). *Durability of corrugated metal culverts*. Bureau of Physical Research, New York State Department of Transportation.
5. Hengshui Yitong Pipe Industry. (2025). Corrugated pipe 75 mm × 25 mm. https://www.corrugatedmetalculvert.com/corrugation_75mm_x_25mm/
6. Via Lietuva. (2025). Kelio plieninių, plastikinių ir gelžbetoninių pralaidų projektavimo ir statybos taisyklės KP PST 24.
7. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija. (2008). Kelių techninis reglamentas KTR 1.01:2008 „Automobilių keliai“. <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.3383DAEA9386/asr>
8. Khan A. M., Fayiz A., Abdulmoez A. I., Dang F. & Jalal Sh. (2025). Sustainable rehabilitation of corroded RC culverts using ECC and interpretable machine learning, *Structures*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.109896>.

9. Khan, A. M., Fayiz, A., Abdulmoez, A. I., Dang, F., & Jalal, S. (2025). Sustainable rehabilitation of corroded RC culverts using ECC and interpretable machine learning. *Structures*, 80, Article 109896. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.109896>
10. Krutinis, A. (2007). Konstrukcijų ant tampriojo pagrindo skaičiavimo teorija ir metodai: Mokomoji knyga.
11. Mandić, V., Šešlija, M., Kolaković, S., Jeftenić, G., & Trajković, S. (2021). Mountain road-culvert maintenance algorithm. *Water*, 13(4), Article 471. <https://doi.org/10.3390/w13040471>
12. Motienė, R., & Dulka, K. (2024). Kelio statinių (pralaidų) įrengimo daugiakriterinis inžinerinių sprendimų vertinimas. In *Pramonės ir verslo sinergija tvariai ateičiai: Recenzuotų straipsnių rinkinys*. Lietuvos inžinerijos kolegija.
13. Narmontas, A. (2022). Kretingos rajono vandens pralaidų techninės būklės analizė. In *Jaunasis mokslininkas 2022: Konferencijos straipsnių rinkinys* (T. 19, pp. 400–403). <https://hdl.handle.net/20.500.12259/241943>
14. Petru, J., Krivda, V., & Hudecek, L. (2017). Disorders of culverts on the roads. In *SGEM 2017 Conference Proceedings* (Vol. 17, Issue 6.2, pp. 557–562).
15. Rauch, A. F., Sargand, S. M., & Hazen, G. A. (1994). Behavior of deeply corrugated steel plate in culverts. *Journal of Structural Engineering*, 120(5), 1472–1490.
16. Serebrennikov, A. A., & Serebrennikov, D. A. (2020). Improvement of the technology for laying corrugated pipes for creating culverts under roads. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 1103(1), Article 012025. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1103/1/012025>
17. Sližytė, D., Medzvieckas, J., & Mackevičius, R. (2012). *Pamatai ir pagrindai*. Technika.
18. Statybos taisyklės ST 188710638.07:2004. (2004). *Automobilių kelių metalinių ir plastikinių vandens pralaidų kartotiniai konstrukciniai sprendiniai*.
19. Černiauskas, E. (2020). Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 2615 Salaperaugis–Liubavas–Aleksandravas ruožo nuo 10,217 iki 15,082 km kapitalinio remonto techninis darbo projektas.
20. Žibienė, G. (2011). *Žuvų pralaidos ir apsaugos nuo potvynių hidrotechnikos statiniai*. Vytauto Didžiojo universitetas.

ANALYSIS OF OPTIONS FOR THE RECONSTRUCTION OF THE ROAD CULVERTS

Abstract

This paper examines road culverts, which ensure water drainage beneath roadways, protect road embankments from surface erosion and flood-induced deformation, and provide migration routes for small wildlife. Defects and damage to road culverts, as well as methods for their repair or reconstruction, are analyzed. The aim of the study is to identify the causes of defects in existing reinforced concrete culverts and to select optimal methods for their reconstruction. The study found that reinforced concrete culverts are characterized by heavy weight, complex transportation and installation, and sensitivity to soil deformation and loads. Due to displacements at the joints of the culvert elements, soil falls into the pipes; as the cross-sectional area decreases, water permeability decreases, and embankment deformations and maintenance costs increase. Additionally, the physical and mechanical properties of reinforced concrete deteriorate over time, and maintenance requires regular inspections and, in many cases, repairs. Corrugated steel and polypropylene culverts are considered alternatives; they are lighter, easier to install, better adapt to soil movements, and are often more cost-effective. The study's conclusions state that the maintenance of reinforced concrete culverts is expensive and complex; therefore, a rational reconstruction solution is to install a smaller-diameter plastic culvert within the old one. This method reduces the scope of work and costs, as there is no need to dismantle the old structure, while ensuring durability and reliability.

Keywords: reinforced concrete culvert, defects, deteriorations, reconstruction.