

HIDROTECHNIKOS STATINIO - Marijampolės II tvenkinio užtvankos ir pertekliaus vandens pralaidos ant Šešupės upės BETONINIŲ ELEMENTŲ NATŪRINIŲ IR LABORATORINIŲ TYRIMŲ ATASKAITA

Statinio adresas: **Marijampolės m. Marių g. 8 Marijampolės savivaldybė**

Naudotojas: UAB „Karolinos HES“

Hidrotechnikos statinių apžiūros ir natūriniai tyrimai buvo vykdomi 2014-02-28 d. ir 2014-05-20 d.

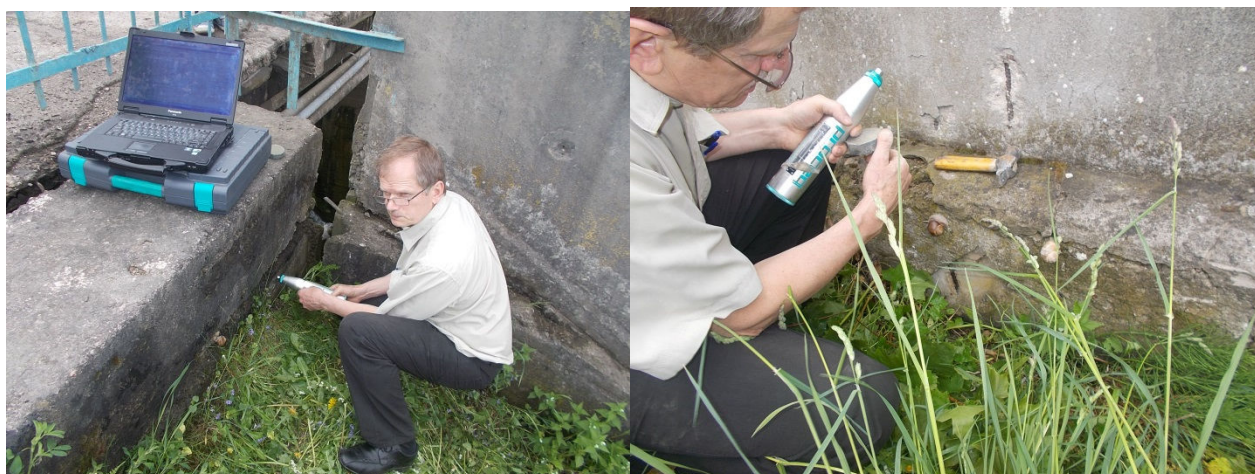
Duomenys apie Marijampolės II tvenkinio ant Šešupės upės užtvanką ir pertekliaus vandens pralaidą:

Tvenkinio įrengimo metai: 1935. Potvynio pralaida pastatyta 1974 m., rekonstruota 1980 m. Ypatingas statinys.

1. Marijampolės II tvenkinio užtvankos ir pertekliaus vandens pralaidos ant Šešupės upės betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų gniuždomojo stiprio, tankio, vandens įgėrio tyrimų metodika

Marijampolės II tvenkinio pertekliaus vandens pralaidos betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų betono tyrimai atlikti nustatant betono stiprį gniuždant, tankį, vandens įgėrį.

Neardantieji stiprio gniuždant bandymai atlikti pagal standartą LST EN 12504-2:2012 „Betono bandymas konstrukcijose. 2 dalis. Neardomieji bandymai. Atšokimo rodiklio nustatymas“ naudojant tampraus atšokimo principu veikiančią naują kalibruotą prietaisą – Šmito plaktuką (gamintojas – Šveicarijos firma „Proceq“, gamyklinis Nr. N-34 160752), kuris prieš ir po bandymų patikrintas ant etaloninio priekalo. Bandymų vietos buvo paruoštos naudojant abrazyvinį akmenį (1.1 pav.).



1.1 pav. Gniuždomojo stiprio nustatymo neardančiuoju metodu iliustracija

Ardančiąjai stiprio kontrolei buvo atrinkti (išgręžti) 100 mm skersmens ir 110-300 mm aukščio cilindro formos bandiniai – kernai (4 vnt., 1.2, 1.3 pav.), iš kurių pagaminti 4 standartiniai cilindro formos bandiniai stipriui gniuždant ardančiuoju metodu ir tankiui nustatyti bei 8 vnt. bandinių (nupjauti kernų galai) betono vandens įgeriamumui ir tankiui nustatyti (1.4 pav.). Bandymas

atliktas pagal standarto LST EN 12504-1:2009 „Betono bandymas konstrukcijose. 1 dalis. Kernai. Ėminių ėmimas, apžiūrėjimas ir bandymai gniuždant“ reikalavimus (1.2, 1.3, 1.5 pav.).



1.2 pav. Kernų gręžimo iliustracija ir prietaiso specifikacija



1.3 pav. Išgręžti 4 kernai

Išgręžti kernai buvo paruošti (nupjaunat ir nušlifuojant kernų galus) ir išbandyti laboratorijoje naudojant gniuždymo mašiną – hidraulinį presą *CONTROLS MCC 8* (1.4 pav.).



1.4 pav. Bandymams paruošti betono bandiniai

Bandinių apžiūra parodė, kad statinio betonas yra nevienodas. Ypač dideliu aktyvumu išsiskiria 1-as kernas, 2-ame kerne matomas neproporcingai didelė užpildo dalelė (1.6 pav.). Tai galėjo turėti įtakos labai mažam 1-o bandinio tankiui ir stipriui, didesniai 2-o bandinio tankiui (2.1, 2.2, 2.3 lentelės).



1.5 pav. Gniuždymo bandymas hidrauliniu presu *CONTROLS MCC 8*



1.6 pav. Dideliu akytumu išsiskirianti 1-o bandinio struktūra, neproporcingai stambus užpildas 2-me bandinyje

Pagal standartą LST EN 206-1:2002 „Betonas. 1 dalis. Techniniai reikalavimai, savybės, gamyba, atitiktis“ pagal tiek ardančiu, tiek neardančiu metodu gautą stiprį gniuždant nustatytas charakteristinis (su 95 % tikimybe garantuotas) stipris gniuždant ir pagal jį parinkta betono stiprio gniuždant klasė (2.1, 2.2 lentelės).

Kaip rašoma Šmito plaktuko (Schmidt Hammer) naudojimo instrukcijoje, nustatant betono stiprį gniuždant tamprus atšokimo principu veikiančiu prietaisu (toks ir yra Šmito plaktukas) iš esmės matuojamas betono paviršiaus kietumas, būtina vertinti paviršinio betono sluoksnio kietumo padidėjimą dėl karbonizacijos (betone esančio Ca(OH)_2 ir ore esančio CO_2 reakcijos, kurios metu susidaro CaCO_3). Kadangi statinys pastatytas prieš 40 metų, yra būtina įvertinti kietėjimo laiko faktorių. Šmito plaktuko naudojimo instrukcijoje nurodyta, kad jei betonas tarnauja daugiau kaip 5 metus visus gautus stiprio gniuždant rezultatus reikia padauginti iš laiko faktoriaus koeficiento, kuris yra 0,7, nes giliau nuo paviršių betono stipris yra mažesnis.

Betono tankis nustatytas pagal LST EN 12390-7:2009 „Sukietėjusio betono bandymai. 7 dalis. Sukietėjusio betono tankis“, bandant taisyklingos ir netaisyklingos formos bandinius (stiprio bandymams paruoštus cilindrus, nupjautus kernų galus) (1.4, 1.5, 1.8 pav.). Betono vandens įgeriamumas nustatytas bandant nupjautas išgręžtų kernų dalis pagal LST EN 13369:2005 „Bendrosios surenkamųjų betoninių gaminių taisyklės“ (1.7 pav., 1.8 pav.).

Nustatytas sauso ir įmirkyto vandenyje betono tankis bei vandens įgeriamumas (2.3 lentelė).



1.7 pav. Bandiniai pamerkti į $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ temperatūros vandenį



1.8 pav. Bandinių džiovinimas ventiliuojamojoje džiovykloje (105 ± 5) °C temperatūroje

2 Marijampolės II tvenkinio užtvankos ir pertekliaus vandens pralaidos betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų gniuždomojo stiprio tyrimų rezultatai

Betono stipris gniuždant nustatytas 2.1 pav. skaičiais pažymėtose vietose.



2.1 pav. Betono gniuždomojo stiprio bandymo vietos

2.1 lentelė. Betono gniuždomojo stiprio bandymo rezultatai, nustatyti neardančiu metodu, naudojant originalųjį Šmito plaktuką (Original Schmidt Hammer). Bandymo data 2014-05-20; oro sąlygos: apsiniaukę, temperatūra +(14-16) °C; bandomi paviršiai sausi, švarūs

Konstrukcija, vieta	Vidutinis stipris $f_{cm.cub}$ MPa (N/mm ²)		Charakteristinis stipris gniuždant $f_{ck.cub}$ MPa	Betono stiprio gniuždant klasė
	Neįvertinus betono karbonizacijos $s_{f_{cm.cub}}$	Įvertinus betono karbonizaciją $f_{cm} = 0,7 f_{cm.cub}$		
1	2	3	4	5

2.1 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5
Ištekėjimo dalis dešinysis ramentas (dešinė AS)				
dešinė AS ties tiltui lygiagrečia dalim; 1 vieta	42,4	29,7	25,7	C20/25
kernas Nr. 1 (dešinė AS ties kampu; 1 vieta)	12,1	12,1	8,1	C6/7,5
dešinė AS 4,5 m nuo tilto; 2 vieta	41,5	29,0	25,0	C20/25
kernas Nr. 2 (dešinė AS 4,5 m nuo tilto; 2 vieta)	25,4	25,4	21,4	C16/20
dešinė AS 3,5 m nuo tilto; 3 vieta	42,2	31,6	27,6	C20/25
dešinė AS 17 m nuo tilto; 4 vieta	56,9	39,8	35,8	C 25/30
dešinė AS 20 m nuo tilto 5 vieta	59,1	41,4	37,4	C 30/37
dešinė AS 20 m nuo tilto; 6 vieta (viršutinė dalis -tinkas)	43,3	30,3	26,3	C20/25
dešinė AS 20 m nuo tilto; 7 vieta (viršutinė dalis- tinkas)	38,1	26,7	22,7	C16/20
dešinė AS 25 m nuo tilto; 8 vieta	36,9	25,8	21,8	C16/20
dešinė AS 23 m nuo tilto; 9 vieta (ties klojinio lenta)	34,2	23,9	19,9	C12/15
Vidutinės reikšmės	36,0	26,3	22,3	C16/20
Ištekėjimo dalis kairysis ramentas (kairė AS)				
kairė AS ties tiltui lygiagrečia dalim 10 vieta	30,2	21,1	17,1	C12/15
kernas Nr. 3 (kairė AS ties kampu; 10 vieta)	36,7	36,7	32,7	C25/30
kairė AS 1 m nuo tilto; 11 vieta	51,2	35,8	31,8	C25/30
kairė AS 3 m nuo tilto; 12 vieta	38,9	27,2	23,2	C16/20
kernas Nr. 4 (kairė AS ties kampu; 12 vieta)	35,0	35,0	31,0	C25/30
kairė AS 14 m nuo tilto; 13 vieta (viršutinė dalis – tinkas)	49,5	34,6	30,6	C25/30
kairė AS 14 m nuo tilto; 14 vieta	53,0	37,1	33,1	C25/30
kairė AS 19 m nuo tilto; 15 vieta	40,3	28,2	24,2	C16/20
Vidutinės reikšmės	41,8	32,0	28,0	C20/25
Matavimai patiltėje				

tauras iš kairės pusės 16 vieta	49,8	34,9	30,9	C25/30
tauras iš dešinės pusės 17 vieta	53,1	37,2	33,2	C25/30
dešinysis ramentas 18 vieta	32,0	22,4	18,4	C12/15
slenkstis 19 vieta	40,2	28,1	24,1	C16/20
slenkstis 20 vieta	40,8	28,6	24,6	C16/20
<i>tauras AB dešinėje pusėje 28 vieta</i>	44,8	31,4	27,4	C20/25
<i>Vidutinės reikšmės</i>	<i>43,4</i>	<i>30,4</i>	<i>26,4</i>	<i>C20/25</i>
Aukštutinio bjefo (AB) priežiūros tilteliai				
po tiltelių kairėje pusėje 21 vieta	47,0	32,9	28,9	C20/25
tiltelis kairėje pusėje iš šono 22 vieta	41,9	29,3	25,3	C25/30
tiltelis kairėje pusėje 23 vieta	32,3	22,6	18,6	C12/15
tiltelis dešinėje pusėje 24 vieta	30,8	21,6	17,6	C12/15
<i>Vidutinės reikšmės</i>	<i>38,0</i>	<i>26,6</i>	<i>22,6</i>	<i>C16/20</i>
Aukštutinio bjefo (AB) šlaitų tvirtinimo plokštės				
monolitinė plokštė; 25 vieta	43,4	30,4	26,4	C20/25
surenkama PKU plokštė; 26 vieta	56,6	39,6	35,6	C 25/30
monolitinė plokštė (suirusi); 27 vieta	38,6	27,0	23,0	C16/20
<i>Vidutinės reikšmės</i>	<i>46,2</i>	<i>32,3</i>	<i>28,3</i>	<i>C20/25</i>

Pastaba. AS– atraminė siena

Pagal šiuo metu galiojantį standartą LST EN 206-1:2002 konstrukcijoms, kurias naudojimo metu veikia vidutiniškai drėgna bei cikliška šlapia ir sausa aplinka, bei STR 2.05.05:2005 1 lentelę (3 priedas), rekomenduojama minimali betono stiprio gniuždant klasė yra C30/37.

Pagal tyrimo duomenimis nustatyta, kad **Marijampolės II tvenkinio pertekliaus vandens pralaidos** daugumos betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų betono stipris yra mažesnis už rekomenduojamąjį ir tik keliose tirtose vietose konstrukcijų stiprio gniuždant klasė atitinka reikalavimus.

Pagal tyrimo duomenimis nustatyta, kad **Marijampolės II tvenkinio pertekliaus vandens pralaidos ant Šešupės upės** betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų betono stipris yra mažesnis už rekomenduojamąjį, didžiausiu gniuždomuoju stipriu pasižymi **ištekėjimo dalies dešinysis ramtas (dešinė AS) dalyje kuri yra už 17- 20 m nuo tilto (4 ir 5 vieta)**, bei **aukštutinio bjefo (AB) šlaitų tvirtinimo surenkama PKU plokštė (26 vieta)** mažiausiu – **ištekėjimo dalies dešinysis ir kairysis ramentai (dešinė ir kairė AS) ties tiltui lygiagrečia dalim (1, 10 vietos) ir dešinysis ramentas 18 vietoje patiltėje, aukštutinio bjefo (AB) priežiūros tilteliai (23 ir 24 vieta)**.

2.2 lentelė. Betono gniuždomojo stiprio gniuždant, nustatyto ardančiu metodu naudojant hidraulinį presą, ir tankio bandymo rezultatai

Objektas. **Marijampolės II tvenkinio užtvanka ir pertekliaus vandens pralaida ant Šešupės upės**

Bandinys, jo atrinkimo vieta	Orasausio betono tankis g/cm ³ ; t/m ³	Stipris gniuždant $f_{cm.cub}$ MPa	Charakteristinis stipris gniuždant $f_{ck.cub}$ MPa	Stiprio gniuždant klasė
Kernai išgręžti 2014-05-20, jų gniuždymo data 2014-05-22				
Kernas Nr. 1. Dešinysis ramtas (AS) ties kampu; 1 vieta)	2,186	12,1	8,1	C6/7,5
Kernas Nr. 2. Dešinė AS 4,5 m nuo tilto; 2 vieta	2,371*	25,4	21,4	C16/20
Kernas Nr. 3. Kairė AS ties kampu; 10 vieta	2,269	36,7	32,7	C25/30
Kernas Nr. 4. Kairė AS ties kampu; 12 vieta	2,253	35,0	31,0	C25/30
Vidutinės reikšmės	2,270	27,3	23,3	C/16/20

* didesnei tankio reikšmei turėjo įtakos į bandinį patekęs stambus akmenys gabalas

Išvados. 1. Atlikus pertekliaus vandens pralaidos betono stiprio gniuždant tyrimus ardančiu metodu (gniuždant išgręžtus kernus) nustatyta, kad užtvankos ramtų betono stipris gniuždant yra labai skirtingas (kinta nuo 8,1 iki 32,7 N/mm²), tai rodo didelį betono nevienalytiškumą ir galimybę susidaryti pavojingam įtempių atvejui. Pagal stiprį gniuždant tirtas betonas atitinka C6/7,5, C16/20 ir C25/30 klases.

2. Gręžiant kernus nustatyta, kad ramte yra supleišėjusių vietų su korozijos paveikta armatūra.

3. Apžiūros tiltelių betono paviršinis sluoksnis nudūlėjęs, prastos estetinės būklės; būtinas jo remontas.

2.3 lentelė. Betono tankio (tūrio masės) ir vandens įgeriamumo (įgėrio) bandymo rezultatai.

Konstrukcija, vieta (kerno Nr. 1 dalys)	Įmirkytų bandinių tankis g/cm ³ ; t/m ³	Sausų bandinių tankis g/cm ³ ; t/m ³	Vandens įgeriamumas pagal masę %	
Kernai išgręžti 2014-05-20, jų bandymo data 2014-05-22...26				
Kerno Nr. 1 – 1 dalis	2,265	2,131	6,28	8,65
Kerno Nr. 1 – 2 dalis	2,153	1,940	11,02	
Kerno Nr. 2 – 1 dalis	2,408	2,269	6,13	5,85
Kernas Nr. 2 – 2 dalis	2,382	2,256	5,57	
Kernas Nr. 3 – 1 dalis	2,333	2,173	7,35	8,18
Kernas Nr. 3 – 2 dalis	2,184	2,004	9,02	
Kernas Nr. 4 – 1 dalis	2,290	2,133	7,39	8,02

Kernas Nr. 4 – 2 dalis	2,282	2,100	8,65	
Maksimali reikšmė (max)	2,408	2,269	11,02	
Minimali reikšmė (min)	2,153	1,940	5,57	
max/min	1,12	1,17	1,98	
Vidutinė reikšmė	2,287	2,126	7,68	

Išvados. 1. Nustatytos gan didelės vandens įgeriamumo reikšmės (iki 11,02 %) leidžia teigti, kad betono atsparumas šalčiui ir statinio ilgalaikiškumas, ypač paviršinių sluoksnių, yra nepakankamas, nes betono atsparumas šalčiui priklauso nuo vandens įgeriamumo. Betono vandens įgeriamumo didžiausia (11,02%) ir mažiausia (5,57 %) reikšmės skiriasi du kartus, vidutinė reikšmė yra 7,68 % ir yra didesnė nei nustatyta hidrotechnikos statinių kintamo vandens lygio betonui (turi būti $\leq 5\%$) bei betonui, naudojamam po vandeniu ir virš vandens (turi būti $\leq 7\%$).

2. Įmirkyto vandenyje betono tankis kinta nuo 2,153 t/m³ iki 2,408 t/m³, vidutinė betono bandinių tankio reikšmė yra 2,287 t/m³. Mažesnės nei 2,1 t/m³ tankio reikšmės rodo, kad betono sudėtis neatitinka konstrukciniam betonui keliamų reikalavimų.

3. Nustatytos betono tankio, vandens įgeriamumo reikšmės leidžia tvirtinti, kad betonas yra nevienodos sudėties, struktūros ir nevienodai sutankintas.

LITERATŪRA

1. Hidrotechninė statyba. Metodiniai patarimai / Sudarytojas Č.Ramonas. Kaunas–Akademija, LŽŪU leidybinis centras, 2000.
2. LST EN 12504-1:2009 Betono bandymas konstrukcijose. 1 dalis. Kernai. Ėminių ėmimas, apžiūrėjimas ir bandymai gniuždant.
3. LST EN 12504-2:2012 Betono bandymas konstrukcijose. 2 dalis. Neardomieji bandymai. Atšokimo rodiklio nustatymas.
4. LST EN 13791:2007 en Konstrukcijų ir gamyklinių betoninių komponentų gniuždomojo stiprio įvertinimas darbų vietoje.
5. LST EN 206-1:2002/A1:2004/A2:2005 Betonai. 1 dalis. Techniniai reikalavimai, savybės, gamyba ir atitiktis.
6. LST EN 12390-7:2009 Sukietėjusio betono bandymai. 7 dalis. Sukietėjusio betono tankis.
7. LST EN 13369:2005 Bendrosios surenkamųjų betoninių gaminių taisyklės.
8. LST EN 1504-5:2005 Betoninių konstrukcijų apsauginiai ir remontiniai produktai bei sistemos. Apibrėžtys, reikalavimai, kokybės kontrolė ir atitikties įvertinimas. 5 dalis. Betono injektavimas.

9. LST EN 12617-4:2003 Betoninių konstrukcijų apsauginiai ir remontiniai produktai bei sistemos. Bandymo metodai. 4 dalis. Susitraukimo ir išsiplėtimo nustatymas.
10. STR 2.05.05:2005 Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas.
11. STR 1.12.03:2006 Hidrotechnikos statinių techninės priežiūros taisyklės.
12. GOST 28570-90 Betonai. Stiprio nustatymas bandant iš konstrukcijų atrinktus bandinius.

Statinio ekspertizės vadovas Vytautas Bubėnas, kv. atestatas Nr. 7898

