

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRO

Į S A K Y M A S
DĖL STATYBOS TECHNINIO REGLAMENTO STR 2.05.12:2005 „BETONINIŲ IR
GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ IŠ TANKIOJO SILIKATBETONIO
PROJEKTAVIMAS“ PATVIRTINIMO

2005 m. vasario 18 d. Nr. D1-100

Vilnius

Vadovaudamasis Lietuvos Respublikos statybos įstatymo (Žin., 1996, Nr. [32-788](#); 2001, Nr. 101-3579; 2004, Nr. [73-2545](#)) 8 straipsnio 5 dalimi ir Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2002 m. vasario 26 d. nutarimo Nr. 280 „Dėl Lietuvos Respublikos statybos įstatymo įgyvendinimo“ (Žin., 2002, Nr. [22-819](#)) 1.2 punktu,

1. T v i r t i n u statybos techninį reglamentą STR 2.05.12:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų iš tankiojo silikatbetonio projektavimas“ (pridedama).

2. N u s t a t a u, kad 1 punkte nurodyto statybos techninio reglamento nuostatos privalomos projektuojant statinius, kuriems prašymai dėl statinio projektavimo sąlygų sąvado išdavimo pateikti po šio įsakymo įsigaliojimo.

APLINKOS MINISTRAS

ARŪNAS KUNDROTAS

PATVIRTINTA
Lietuvos Respublikos aplinkos ministro
2005 m. vasario 18 d. įsakymu Nr. D1-100

STATYBOS TECHINIS REGLAMENTAS

STR 2.05.12:2005

BETONINIŲ IR GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ IŠ TANKIOJO SILIKATBETONIO PROJEKTAVIMAS

I SKYRIUS. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Šis statybos techninis reglamentas (toliau – Reglamentas) nustato pagrindinius techninius betoninių ir gelžbetoninių (tarp jų ir įtemptojo gelžbetonio) konstrukcijų, pagamintų iš tankiojo silikatbetonio (betono tankis ne mažesnis kaip 1800 kg/m^3) ir naudojamų ne aukštesnėje kaip $+50^\circ\text{C}$ ir ne žemesnėje kaip -40°C temperatūroje, projektavimo reikalavimus.

2. Betoninės ir gelžbetoninės konstrukcijos iš tankiojo silikatbetonio taikomos projektuojant gyvenamosios ir negyvenamosios paskirties pastatus [8.4].

3. Reglamento reikalavimai netaikomi konstrukcijoms iš kitokios rūšies betono, taip pat plonasienėms ir dispersiškai armuoto betono konstrukcijoms.

4. Pagal šį Reglamentą projektuojamos konstrukcijos turi atitikti saugos ir tinkamumo reikalavimus, turi būti technologiškos ir ekonomiškos.

5. Kad būtų įvykdyti saugos reikalavimai, konstrukcijos turi būti suprojektuotos ir pastatytos esant nustatytai patikimumo tikimybei, t. y. konstrukcijos turi patikimai atlaikyti visus poveikius ir jų derinius, galinčius pasireikšti statinio statybos ir naudojimo metu.

6. Kad būtų garantuoti tinkamumo reikalavimai, reikia nustatyti tokius pradinius konstrukcijų kokybės rodiklius, kad kartu su saugos užtikrinimu, veikiant pavojingiausiame poveikių deriniui, neatsivertų neleistino dydžio plyšių, neatsirastų deformacijų, vibracijų ir kitų reiškinių, mažinančių numatytą statinio naudojimo laiką, trikdančių normalų statinio naudojimą, pažeidžiančių higienos normų, estetikos bei aplinkosaugos reikalavimus.

Siekiant įvykdyti šiuos reikalavimus, reikia parinkti tinkamus statybos produktus (silikatbetonį ir armatūrą), atlikti reikiamus skaičiavimus ir konstravimą, nurodant (jei to reikia konkrečiam projektui) gamybos, statybos ir naudojimo kontrolės procedūras.

Konstrukcijos turi būti suprojektuotos taip, kad per visą naudojimo laiką atitiktų savo paskirtį, įvertinant naudojimo ir tinkamumo remontuoti sąlygas.

7. Reglamentas yra suderintas ir atitinka statinių konstrukcijų projektavimą reglamentuojančių Lietuvos standartais perimtų Europos standartų, Europos Tarybos direktyvos 89/106/EEC ir jos aiškinamųjų dokumentų nustatytus esminius statinio reikalavimus.

Reglamento nuostatos yra privalomos visiems juridiniams ir fiziniams asmenims, projektuojantiems betonines ir gelžbetonines konstrukcijas iš tankiojo silikatbetonio ir rengiantiems šių konstrukcijų projektavimo ir kontrolės normatyvinius dokumentus.

II SKYRIUS. NUORODOS

8. Reglamente pateikiamos nuorodos į šiuos dokumentus:

8.1. LST ISO 8930:2004 "Bendrieji konstrukcijų patikimumo principai. Terminai";

8.2. LST ISO 3898:2002 "Konstrukcijų projektavimo pagrindai. Žymėjimo sistema. Bendrieji žymenys";

8.3. STR 1.01.05:2002 "Normatyviniai statybos techniniai dokumentai" (Žin., 2002, Nr. [42-1586](#));

- 8.4. STR 1.01.09:2003 "Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį" (Žin., 2003, Nr. [58-2611](#));
- 8.5. LST EN 206-1:2002 "Betonas. 1 dalis. Techniniai reikalavimai, savybės, gamyba ir atitiktis";
- 8.6. LST L ENV 10080:2000 "Armatūrinis plienas. Suvirinamasis briaunotasis armatūrinis plienas B500. Techninės strypų, ritinių ir suvirintų tinklų tiekimo sąlygos";
- 8.7. STR 2.05.03:2003 "Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai" (Žin., 2003, Nr. [59-2682](#));
- 8.8. STR 2.05.04:2003 "Poveikiai ir apkrovos" (Žin., 2003, Nr. [59-2683](#));
- 8.9. STR 2.05.05:2005 "Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas" (Žin., 2005, Nr. [17-550](#));
- 8.10. STR 2.05.09:2005 "Mūrinių konstrukcijų projektavimas" (Žin., 2005, Nr. [14-443](#));
- 8.11. RSN 156-94 "Statybinė klimatologija" (Žin., 1994, Nr. [24-394](#)).

III SKYRIUS. PAGRINDINĖS SĄVOKOS

9. Reglamente vartojamos pagrindinės sąvokos ir jų apibrėžimai atitinka LST ISO 8930:2003 [8.1] ir LST ISO 3898:2002 [8.2] pateiktas sąvokas ir apibrėžimus.

IV SKYRIUS. ŽYMENYS IR SUTRUMPINIMAI

10. Atliekant skaičiavimus Reglamente pagal ISO 1000 vartojami šie SI vienetai:

- jėgos ir apkrovos - kN, kN/m, kN/m² (kPa);
- masės tankis - kg/m³;
- įtempiai ir stipriai - N/mm² (MN/m² arba MPa);
- momentai (lenkimo, sukimo) - kNm.

11. Vartojamos lotyniškos didžiosios raidės:

- A* – plotas;
- C* – betono gniuždomojo stiprio klasė, konstanta, nustatytoji reikšmė;
- D* – betono tankio klasė;
- E* – deformacijų (tamprumo) modulis;
- F* – poveikis, jėga bendruoju atveju, betono atsparumo šalčiui markė;
- G* – šlyties modulis;
- I* – skerspjūvio ploto inercijos momentas;
- M* – lenkimo momentas;
- N* – normalinė (ašinė) jėga;
- P* – išankstinio armatūros įtempimo (betono apspaudimo) jėga;
- S* – skerspjūvio ploto statinis momentas, vidinė jėga;
- W* – skerspjūvio ploto atsparumo momentas, betono nelaidumo vandeniui markė.

12. Vartojamos lotyniškos mažosios raidės:

- a* – matmuo;
- b* – plotis;
- c* – apsauginio sluoksnio storis;
- d* – skersmuo, skerspjūvio naudingasis aukštis, gylis;
- e* – ekscentricitetas;
- f* – medžiagos stipris;
- h* – aukštis, storis;
- l* – tarpatramis, elemento ilgis;
- r* – kreivio spindulys;
- t* – laikas, trukmė;

u – perimetras;
 z – jėgų poros petys.

13. Vartojamos graikiškos mažosios raidės:

α – kampas, santykis;
 β – kampas, santykis, daugiklis;
 γ – dalinis patikimumo koeficientas, šlyties deformacija;
 ε – santykinė deformacija;
 λ – liaunis;
 μ – trinties koeficientas;
 ν – Puasono santykis;
 ρ – armavimo koeficientas;
 σ – normaliniai (statmenieji) įtempiai;
 τ – šlyties (tangentiniai) įtempiai.

14. Vartojami indeksai:

c – betonas, gniuždymas bendruoju atveju;
 cr – pleišėjimas, plyšiai;
 $crit$ – kritinis;
 d – skaičiuotinis;
 eff – efektyvusis, ekvivalentinis;
 el – tamprusis;
 k – rodiklis (pvz., jėgos F charakteristinė reikšmė F_k);
 max, min – maksimumas, minimumas;
 p – įtemptoji armatūra;
 pl – plastiškasis;
 s – armatūrinis plienas;
 t – tempimas bendruoju atveju;
 u – ribinė reikšmė;
 y – takumas.

15. Vartojamos lotyniškos raidės su indeksais:

15.1. lotyniškos didžiosios raidės su indeksais:

A_c – suminis betono dalies plotas;
 A_{cc} – betono gniuždomosios zonos plotas;
 A_{ct} – betono tempiamosios zonos plotas;
 A_{eff} – efektyvusis ekvivalentinio skerspjuvio plotas;
 A_p – įtemptosios armatūros skerspjuvio plotas;
 A_{p1} – įtemptosios armatūros skerspjuvio plotas tempiamojoje arba mažiau gniuždomoje skerspjuvio zonoje;
 A_{p2} – įtemptosios armatūros skerspjuvio plotas gniuždomojoje skerspjuvio zonoje;
 A_s – neįtemptosios armatūros skerspjuvio plotas;
 A_{s1} – tempiamosios arba mažiau gniuždomos iš anksto neįtemptosios armatūros skerspjuvio plotas;
 A_{s2} – gniuždomosios arba mažiau tempiamos iš anksto neįtemptosios armatūros skerspjuvio plotas;
 $A_{s,tot}$ – suminis išilginės armatūros skerspjuvio plotas;
 A_{sw} – skersinės armatūros skerspjuvio plotas;
 E_{cm} – betono tamprumo modulis;
 E_s – armatūros tamprumo modulis;
 I_c – elemento betono skerspjuvio inercijos momentas skerspjuvio sunkio centro atžvilgiu;
 I_{eff} – ploto A_{eff} inercijos momentas skerspjuvio sunkio centro atžvilgiu;

I_s – armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas elemento skerspjūvio sunkio centro atžvilgiu;

G_{cm} – betono deformacijų šlyties modulis;

M_{Ed} – skaičiuotinis lenkimo momentas nuo išorinių apkrovų poveikio;

N_{crit} – išilginė kritinė jėga;

N_{Ed} – skaičiuotinė išilginė jėga nuo išorinių apkrovų poveikio;

P_d – skaičiuotinė išankstinio įtempimo jėga;

15.2. lotyniškos mažosios raidės su indeksais:

b_{eff} – tėjinio skerspjūvio lentynos efektyvusis plotis;

b_w – tėjinio skerspjūvio sienelės plotis;

e_e – skaičiuotinis ekscentricitetas;

e_0 – pradinis išilginės jėgos ekscentricitetas;

f_{cd} – skaičiuotinis betono gniuždomasis stipris;

f_{ck} – charakteristinis betono gniuždomasis stipris;

f_{ctd} – skaičiuotinis betono tempiamasis stipris;

f_{ctk} – charakteristinis betono tempiamasis stipris;

f_{pd} – skaičiuotinis įtemptosios armatūros stipris;

f_{pk} – charakteristinis įtemptosios armatūros stipris;

f_{yd} – skaičiuotinis neįtemptosios armatūros stipris;

f_{yk} – charakteristinis neįtemptosios armatūros stipris;

h_f – tėjinio skerspjūvio lentynos storis;

l_0 – skaičiuotinis gniuždomojo elemento ilgis;

w_k – skaičiuotinis plyšio atsivėrimo plotis.

16. Vartojamos graikiškos mažosios raidės su indeksais:

α_e – armatūros ir betono tamprumo modulių santykis;

ε_c – betono santykinė deformacija;

ε_s – armatūros santykinė deformacija;

ν_c – betono skersinių deformacijų koeficientas;

σ_c – normaliniai gniuždomojo betono įtempiai;

σ_{cp} – betono įtempiai nuo armatūros išankstinio įtempimo jėgos;

σ_p – armatūros išankstiniai įtempiai;

σ_{p1} – skerspjūvio tempiamosios zonos armatūros išankstiniai įtempiai;

σ_{p2} – skerspjūvio gniuždomosios zonos armatūros išankstiniai įtempiai;

σ_s – armatūros įtempiai nuo išorinių poveikių;

$\varphi_c(t)$ – betono valkšnumo koeficientas.

V SKYRIUS. PAGRINDINIAI BETONINIŲ IR GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ IŠ TANKIOJO SILIKATBETONIO PROJEKTAVIMO REIKALAVIMAI

17. Projektuojant betonines ir gelžbetonines konstrukcijas iš tankiojo silikatbetonio skaičiuojamosios poveikių, betono ir armatūros reikšmės yra imamos naudojant jų charakteristines reikšmes ir dalinius patikimumo koeficientus bei įvertinant statinio patikimumo klasę. Charakteristinės poveikių ir jų dalinių patikimumo koeficientų reikšmės yra pateiktos STR 2.05.04:2003 [8.8], o statinio patikimumo klasės nurodytos STR 2.05.03:2003 [8.7]. Poveikiai ir apkrovos gali būti pasiūlyti ir statytojo arba priimti projektuotojui pasikonsultavus su statytoju, jeigu laikomasi STR 2.05.04:2003 [8.8] arba kompetentingos institucijos nustatytų reikalavimų.

18. Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų atsparumo apskaičiavimas tam tikru patikimumo lygiu gali būti atliekamas tikimybinio - statistiniu metodu, kai yra pakankamai duomenų apie pagrindinių veiksnių, įeinančių į skaičiavimą, sklaidą.

19. Skaičiuojant betonines ir gelžbetonines konstrukcijas, reikia įvertinti skaičiuotines situacijas, kurios apibūdinamos konstrukcijos skaičiuotine schema, poveikių deriniais, aplinkos

sąlygomis, konstrukcijos gyvavimo stadija ir t. t. Turi būti analizuojamos šios skaičiuotinės situacijos: nuolatinė, kurios trukmė lygi statinio naudojimo trukmei; trumpalaikė - trunkanti trumpą laiką, ir ypatingoji, galinti susidaryti dėl netikėtų įvykių (sprogimų, smūgių, gaisro, pavienių elementų avarių ir pan.).

20. Betoninės ir gelžbetoninės konstrukcijos skaičiuojamos ribinių būvių metodu. Ribiniai būviai yra tokie konstrukcijos būviai, į kuriuos patekusi ji neatitinka projektinių reikalavimų. Skiriami saugos ir tinkamumo ribiniai būviai. Skaičiavimais reikia garantuoti, kad, esant nurodytam patikimumui, konstrukcija nepasiektų ribinio būvio.

21. Saugos ribinių būvių reikalavimams (žr. STR 2.05.04:2003 [8.8] 67-86 p.) užtikrinti apskaičiuojamas konstrukcijų stiprumas, patvarumas (veikiant daugkartinėms apkrovoms), jų formos ir padėties pastovumas; šiais skaičiavimais tikrinama sąlyga: konstrukcijų atlaikomi skaičiuotiniai efektai (įrąžos, įtempiai, deformacijos) turi būti ne mažesni kaip efektai (įrąžos, įtempiai, deformacijos) esant skaičiuotiniams poveikiams ir jų deriniams, įvertinant pradinį (pvz., nuo išankstinio armatūros įtempimo) įtempimų būvį.

22. Tinkamumo ribinių būvių patikrinamaisiais skaičiavimais (žr. STR 2.05.04:2003 [8.8] 87-94 p.) nustatomi plyšių atsiradimo įrąžos, atsivėrusių plyšių plotis, deformacijos (ilinkiai), vibracijų intensyvumas, kurių reikšmės neturi viršyti reglamentuojamų ribinių dydžių; šių sąlygų įvykdymas garantuoja normalų, nustatytos trukmės statinio naudojimą ir higienos normų, estetikos bei aplinkosaugos reikalavimų atitikimą.

23. Projektuojant konstrukcijas iš tankiojo silikatbetonio itin daug dėmesio reikia kreipti į jų naudojimo aplinkos drėgnumą ir agresyvumą.

Šio tipo konstrukcijas pagal aplinkos drėgmės režimo ir agresyvumo laipsnį galima naudoti, kai:

- neatsižvelgiant į drėgmės režimą, aplinka yra neagresyvi;
- veikia dujinė ir kietųjų medžiagų agresyvi (XA1 ir XA2 klasių) aplinka ir vidaus patalpų santykinis drėgnis yra ne didesnis kaip 75 %, o lauke naudojamoms konstrukcijoms - ne didesnis kaip normalaus drėgnumo klimatiniam rajone;
- veikia neagresyvūs ir agresyvūs (XA1 ir XA2 klasių) vandenys - neslėginams statiniams.

24. Drėgmės režimas yra apibūdinamas:

- vidaus patalpų oro santykinio drėgnumo šildomuose pastatuose;
- rajono klimatinėmis sąlygomis nešildomuose pastatuose, taip pat kai konstrukcijos yra atvirame ore. Lietuvos teritorija priskiriama drėgnam klimatiniam rajonui, nes pagal RSN 156–94 [8.11] metinis santykinis oro drėgnis yra 79–83 %.

25. Dujinės aplinkos agresyvumo laipsnis nustatomas pagal 1 lentelę, o skystosios aplinkos agresyvumo laipsnis – pagal 2 lentelę. Gerai tirpstančios kietosios agresyvosios medžiagos sudaro silpnai agresyvią aplinką betoninėms ir vidutiniškai agresyvią aplinką gelžbetoninėms konstrukcijoms. Neleidžiama naudoti gelžbetoninių konstrukcijų iš tankiojo silikatbetonio stipriai agresyvioje aplinkoje.

1 lentelė

Dujinės aplinkos agresyvumo laipsnis ir klasės

Drėgmės režimas	Agresyvosios dujos	Silpnai agresyvi aplinka (XA1 klasės)		Vidutiniškai agresyvi aplinka (XA2 klasės) gelžbetoniui, kai dujų koncentracija, mg/m³
		betonui	gelžbetoniui	
		kai dujų koncentracija, mg/m³		
Oro santykinis drėgnis neviršija 75 %	Amoniakas	-	> 0,2 ir < 20	> 20
	Sieros anhidridas	> 200 ir < 1000	> 0,5 ir < 10	> 10 ir < 200
	Fluoro vandenilis	> 10 ir < 100	> 0,05 ir < 5	> 5 ir < 10
	Sieros vandenilis	> 100	> 0,01 ir < 5	> 5 ir < 100
	Azoto oksidai	> 25 ir < 100	> 0,1 ir < 5	> 5 ir < 25

Chloras	> 5 ir < 10	> 0,1 ir < 1	> 1 ir < 5
Chloro vandenilis	> 10 ir < 100	> 0,05 ir < 5	> 5 ir < 10

PASTABOS: 1. Konstrukcijos iš tankiojo silikatbetinio neleidžiamos šildomose patalpose, kuriose yra numatomas kondensato susidarymas.

2. Kai aplinkoje yra kelių rūšių agresyvosios dujos, agresyvumo laipsnis nustatomas pagal agresyviausias dujas.

3. Esant sausam drėgmės režimui (drėgnis mažesnis kaip 40 %), vidutiniškai agresyvios aplinkos sąlygos gelžbetoniui atitinka silpnai agresyvios aplinkos sąlygas betonui, nurodytas 1 lentelėje, o šioje lentelėje nurodyta vidutiniškai agresyvi aplinka (XA2 klasės) gelžbetoniui laikoma kaip silpnai agresyvi (XA1 klasės) aplinka.

2 lentelė

Skystosios aplinkos agresyvumo laipsnis ir klasės

Agresyvumo požymiai	Cheminė charakteristika	Aplinkos agresyvumo laipsnis ir klasės		
		neagresyvi	silpnai agresyvi XA1	vidutiniškai agresyvi XA2
Bendras rūgštingumas	Vandenilio pH	> 4	Nuo 1 iki 4	Iki 1
Magnezinių druskų atsiradimas	Mg ²⁺ , mg/l	≤ 300	> 300 ir ≤ 500	> 500
Laisvas anglies dvideginis (agresyvusis)	CO ₂ , mg/l	≤ 20	> 20 ir ≤ 50	> 50
Šarminis agresyvumas, šarmų koncentracija skaičiuojant į N ⁺ + K ⁺	N ⁺ + K ⁺ kg/m ³	≤ 100	> 100 ir ≤ 150	> 150
Sulfatinis agresyvumas	SO ₄ ²⁻ , kg/m ³	≤ 10	< 10 ir ≤ 20	> 20

PASTABOS: 1. Skystoji aplinka laikoma silpnai agresyvia, jei per 50 metų naudojimo laikotarpį betono pažeidimo gylis yra ne didesnis kaip 20 mm.

2. Šios lentelės duomenys atitinka nuo 0 °C iki + 25 °C temperatūros intervalą.

3. Gėlas vanduo silikatbetonio atžvilgiu yra neagresyvus.

4. Lentelėje nenurodytų skysčių agresyvumo laipsnis nustatomas specialiais tyrimais.

26. Projektuojant gelžbetonines konstrukcijas iš tankiojo silikatbetonio, reikia įvertinti agresyvios aplinkos poveikį betono ir armatūros korozijai ir numatyti jų apsaugą nuo korozijos.

27. Armatūros antikorozinė apsauga daroma paisant konstrukcijos naudojimo sąlygų:

- kai patalpų oro drėgnis neviršija 60 %, specialių priemonių armatūros antikorozinei apsaugai nereikia;

- jeigu patalpų oro drėgnis yra 60–75 % arba konstrukcijos naudojamos atvira ore normalaus drėgnumo klimatiname rajone, reikia numatyti armatūros apsaugines priemones: imti D2 tankio klasės betoną, o konstrukcijos paviršių padengti garams nelaidžia danga;

- kai patalpų oro drėgnis viršija 75 % arba konstrukcijos naudojamos atvira ore drėgname klimatiname rajone, taip pat agresyvioje aplinkoje, kai veikia didesnis atmosferinių kritulių kiekis ir neigiama temperatūra, reikia armatūrą nuo korozijos apsaugoti specialiomis dangomis ir imti didesnį apsauginio betono sluoksnio storį (žr. 109 p.). Naudojant specialiąsias dangas, reikia patikrinti jų apsaugines antikorozines savybes ir armatūros sukibimą su betonu.

28. Projektuojant konstrukcijas, kurios sistemingai yra veikiamos atmosferinių kritulių (balkonai, lodžijos, parapetai ir pan.), reikia numatyti priemones, užtikrinančias nuolatinį vandens nutekėjimą ir vandens nepatekimą ant šių konstrukcijų apatinio paviršiaus.

29. Jeigu ant atitvarinių konstrukcijų vidinių paviršių leidžiama vandens garų kondensacija arba šie paviršiai naudojimo metu nuolat aplaistomi vandeniu (pvz., pirtyse), juos reikia padengti vandeniui nelaidžia danga.

VI SKYRIUS. PAPILDOMI IŠ ANKSTO ĮTEMPŲJŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMO REIKALAVIMAI

30. Armatūros išankstinių įtempių σ_{p1} ir σ_{p2} reikšmės reikia nustatyti atsižvelgiant į leidžiamuosius išankstinio įtempimo nuokrypius:

$$\sigma_p = \sigma_{p1} \text{ arba } \sigma_p = \sigma_{p2},$$

(6.1)

čia $\sigma_p = \sigma_{p1}$ arba $\sigma_p = \sigma_{p2}$.

Reikšmė $p = 0,05f_{yk}$, MPa, kai armatūra įtempama mechaniniu būdu, ir $p = 30+360/l$, kai įtempama elektroterminiu ir elektrotermomechaniniu būdais. Automatizuotu būdu įtempiant armatūrą dydis $p = 30+90/l$. Įtempiamo strypo ilgis l , m, lygus atstumui tarp atsparų išorinių briaunų.

31. Kontroliuojami išankstiniai armatūros įtempiai, kai armatūra tempiama į atsparas, imami lygūs σ_{p1} ir σ_{p2} (žr. 30 p.), atmetus nuostolius pagal šio Reglamento 3 lentelės 3 ir 4 poz.

Kai armatūra tempiama į sukietėjusį betoną, kontroliuojami išankstiniai armatūros įtempiai apskaičiuojami pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 12.3 ir 12.4 formules.

32. Skaičiuojant iš anksto įtemptuosius elementus, reikia įvertinti armatūros išankstinio įtempimo nuostolius, kurie nustatomi iš šio Reglamento 3 lentelės. Kai yra specialiųjų tyrimų duomenys, leidžiama šių nuostolių reikšmes imti pagal tyrimų rezultatus.

33. Kai armatūra tempiama į atsparas, reikia įvertinti šiuos nuostolius:

a) pirmuosius – dėl armatūros įtempimų relaksacijos, autoklavinio apdorojimo, inkarų deformacijų, armatūros trinties į atlenkiamuosius įrenginius, formų deformacijų, greitai pasireiškiančio betono valkšnumo;

b) antruosius – dėl betono susitraukimo ir valkšnumo.

34. Kai armatūra tempiama į betoną, reikia įvertinti šiuos nuostolius:

a) pirmuosius – dėl inkarų deformacijų, armatūros trinties į kanalų sienelės ar konstrukcijos betoną;

b) antruosius – dėl armatūros įtempimų relaksacijos, betono susitraukimo ir valkšnumo, blokų sandūrų deformacijų.

3 lentelė

Armatūros išankstinio įtempimo nuostoliai

Veiksniai, darantys įtaką armatūros išankstinio įtempimo nuostoliams	Žymuo	Išankstinio įtempimo nuostolių reikšmės, MPa, kai armatūra tempiama	
		į atsparas	į betoną
A. Pirmieji nuostoliai			
1. Strypinės armatūros įtempimų relaksacija, kai tempiama mechaniniu būdu Kai strypinė armatūra tempiama elektroterminiu ir elektrotermomechaniniu būdais	σ_1	$0,4 \left(0,22 \frac{\sigma_p}{f_{pk}} + 0,09 \right) \sigma_p,$ 0,2σ_p – 50, čia σ_p, MPa, imama neįvertinant nuostolių. Jei apskaičiuotos reikšmės yra neigiamos, jas reikia imti lygias nuliui	-
2. Autoklavinis apdorojimas	σ_2	20	-
3. Inkarų deformacija išoriniuose įtempiamuosiuose įrenginiuose	σ_3	Imama pagal [8.9] 9 lentelės 3 poz.	

4. Armatūros trintis: a) į kanalų sienelės ar konstrukcijos betoną; b) į atlenkiamuosius įrenginius	σ_4 σ_4'	- Imama pagal [8.9] 9 lentelės 4 b poz.	Imama pagal [8.9] 9 lentelės 4 a poz. -
5. Plieninių formų deformacija, kai armatūra tempiama ne visa iš karto	σ_5	Imama pagal [8.9] 9 lentelės 5 poz.	-
6. Greitai pasireiškiantis betono valkšnumas	σ_6	$\alpha_1 \left(\frac{\sigma_{cp}}{f_{ck}} \right)^4$ čia α_1 - koeficientas, apskaičiuojamas pagal formulę $\alpha_1 = 52 + 1,3(f_{ck} - 14)$; σ_{cp} - nustatomas pagal [8.9] 145 p. armatūros sunkio centro lygyje, įvertinant nuostolius pagal šios lentelės 1-5 poz. f_{ck} - imama iš šio Reglamento 8 lent.	-
B. Antrieji nuostoliai			
7. Armatūros įtempimų relaksacija	σ_7	-	Imama pagal [8.9] 9 lent. 7 poz.
8. Betono susitraukimas (žr. Reglamento 36 p.)	σ_8	30	
9. Betono valkšnumas	σ_9	$\frac{\sigma_{cp}}{\rho_1 \alpha_2} \zeta - \sigma_6$ čia: ρ_1, α_2, ζ - koeficientai, nustatomi pagal šio Reglamento 37 p. nuorodas; σ_6 - nuostoliai, imami iš šios lentelės 6 poz.; σ_{cp} - žr. šios lentelės 6 poz.	
10. Apspaustų blokų sandūrų deformacijos (konstrukcijoms, sudarytoms iš blokų)	σ_{10}	-	Imama pagal [8.9] 9 lent. 11 poz.

PASTABA. Išankstinio įtempimo nuostoliai elemento gniuždomosios zonos įtemptojoje armatūroje nustatomi taip pat kaip ir tempiamosios zonos įtemptojoje armatūroje.

35. Projektuojant konstrukcijas, armatūros išankstinio įtempimo nuostolių suminė reikšmė turi būti ne mažesnė kaip 100 MPa.

36. Apskaičiuojant armatūros išankstinio įtempimo nuostolius dėl betono susitraukimo pagal šio Reglamento 3 lentelės 8 poz., reikia laikytis šių reikalavimų:

- kai iš anksto žinomas konstrukcijų apkrovimo laikas, nuostolių reikšmės dauginamos iš koeficiento

$$\beta_1 = 1 - e^{-0,05t}, \quad (6.2)$$

čia e - natūrinių logaritmų pagrindas, t - laikas, skaičiuojamas nuo dienos, kai buvo baigtas autoklavinis apdorojimas;

- kai konstrukcijos naudojamos sausoje (drėgnis mažesnis kaip 40 %) aplinkoje, nuostoliai dėl betono susitraukimo didinami 25 %.

37. Nustatant išankstinio įtempimo nuostolius dėl betono valkšnumo (žr. 3 lentelės 9 poz.), funkcijos ζ reikšmės gali būti apskaičiuotos pagal formulę

$$\zeta = 1 - e^{-\frac{\alpha_e \rho_1 \alpha_2}{1 + \alpha_e \rho_1 \alpha_2} \varphi_c(t)}. \quad (6.3)$$

čia $\frac{\alpha_e \rho_1 \alpha_2}{1 + \alpha_e \rho_1 \alpha_2}$ - įtemptosios armatūros ir betono tamprumo modulių santykis; koeficientai

$$\rho_1 = \frac{A_{p1} + A_{p2}}{A_c}; \quad (6.4)$$

$$\alpha_2 = \sigma_{cp} \frac{A_{eff}}{P_d}. \quad (6.5)$$

Apskaičiuojant P_d jėgą, turi būti įvertinti išankstinio įtempimo nuostoliai pagal šio Reglamento 3 lentelės 1–5 poz.

Betono valkšnumo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę

$$\varphi_c(t) = \varphi_{c,lim} \alpha_3 \beta_2, \quad (6.6)$$

čia: $\varphi_{c,lim}$ – ribinė valkšnumo koeficiento reikšmė, nustatoma pagal šio Reglamento 51 p.; α_3 – koeficientas, žr. 4 lent.; β_2 – koeficientas, kuriuo atsižvelgiama į įtempių σ_{cp} veikimo trukmę (žr. 5 lentelę).

4 lentelė

Koeficiento α_3 reikšmės

Santykis σ_{cp} / f_{ck}	$\leq 0,4$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
α_3	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

5 lentelė

Koeficiento β_2 reikšmės

Laikas, paromis nuo konstrukcijos betono išankstinio apspaudimo iki apkrovimo pradžios	3	7	14	28	60	90	100
β_2	0,03	0,07	0,13	0,25	0,451	0,593	0,63 2

Laikas paromis nuo konstrukcijos betono išankstinio apspaudimo iki apkrovimo pradžios	120	180	240	300	360	720
β_2	0,699	0,835	0,909	0,950	0,973	0,99 9

Funkcijos ζ reikšmės galima nustatyti pagal dydžius $\varphi_c(t)$ ir $\alpha_e \rho_1 \alpha_2$ iš šio Reglamento 6 lentelės.

6 lentelė

Funkcijos ζ reikšmės

$\alpha_e \rho_1 \alpha_2$	Funkcija ζ , kai $\varphi_c(t)$ reikšmė					
	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0	0	0	0	0	0	0
0,1	0,035	0,070	0,103	0,135	0,166	0,196
0,2	0,065	0,125	0,181	0,234	0,284	0,330
0,3	0,088	0,169	0,211	0,309	0,370	0,378
0,4	0,108	0,205	0,290	0,368	0,436	0,444
0,5	0,124	0,234	0,330	0,413	0,486	0,550
0,6	0,139	0,259	0,362	0,451	0,528	0,593
0,7	0,150	0,285	0,386	0,489	0,557	0,624
0,8	0,163	0,300	0,413	0,509	0,589	0,657

0,9	0,173	0,316	0,434	0,531	0,612	0,680
1,0	0,181	0,330	0,451	0,551	0,632	0,699
1,1	0,189	0,342	0,467	0,567	0,650	0,716
1,2	0,196	0,353	0,480	0,582	0,664	0,730
1,3	0,202	0,364	0,492	0,595	0,677	0,743
1,4	0,208	0,372	0,503	0,607	0,690	0,753
1,5	0,213	0,381	0,513	0,617	0,699	0,763
1,6	0,218	0,389	0,522	0,626	0,708	0,772
1,7	0,223	0,396	0,530	0,636	0,716	0,779
1,8	0,227	0,402	0,537	0,643	0,722	0,786

PASTABA. Kai yra tarpinės $\varphi_c(t)$ ir sandaugos $\alpha_e \rho_1 \alpha_2$ reikšmės, ζ funkcijos reikšmės nustatomos interpoliuojant.

38. Iš anksto įtemptųjų elementų armatūros ir betono įtempių reikšmės, taip pat išankstinio apspaudimo jėgas reikia nustatyti pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 144-145 p., atsižvelgiant į šio Reglamento 3 lentelėje pateiktus išankstinio įtempimo nuostolius ir laikantis 31–37 p. nurodymų.

39. Išankstinio apspaudimo stadijoje betono gniuždymo įtempiai σ_{cp} neturi viršyti reikšmių (atitinkamos betono stiprio f_{cp} dalies), nurodytų STR 2.05.05:2005 [8.9] 22 lentelėje, pakeičiant f_{cp} į dydį f_{ck} , imamą iš šio Reglamento 8 lentelės.

Įtempių σ_{cp} reikšmės labiausiai gniuždomo betono sluoksnio lygyje nustatomos pagal 38 p., įvertinus išankstinio įtempimo nuostolius pagal 3 lentelės 1-5 poz. ir imant armatūros įtempimo tikslumo koeficientą $\gamma_p = 1$.

VII SKYRIUS. BETONINIŲ IR GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ MEDŽIAGOS

I SKIRSNIS. BETONAS

40. Pagal šį Reglamentą projektuojamos betoninės ir gelžbetoninės konstrukcijos, kurių betono klasės ir markės yra:

a) betono gniuždomojo stiprio klasės: C8/10; C12/15; C16/20; C20/25; C25/30; C30/37; C35/45;

b) betono atsparumo šalčiui markės: F25; F35; F50; F75; F100; F150; F200;

c) betono nelaidumo vandeniui markės: W2; W4; W6; W8;

d) betono tankio klasės: D1,8; D2,0.

Projekte turi būti nurodoma betono gniuždomojo stiprio klasė. Betono atsparumo šalčiui markė turi būti nurodoma konstrukcijoms, kurios sudrėkusios gali pakaitomis užšalti ir atšilti. Betono nelaidumo vandeniui markės projekte turi būti nurodomos toms konstrukcijoms, kurioms keliami nelaidumo vandeniui reikalavimai.

41. C8/10 klasės betonas gali būti naudojamos tik betoninėms konstrukcijoms ir plokščiosioms (ne strypinėms) gelžbetoninėms konstrukcijoms (išskyrus plokštes virš sanitarinių mazgų ir sutapdintus stogus), naudojamoms patalpose, kurių santykinis oro drėgnis mažesnis kaip 60 %.

Konstrukcijoms, kurias veikia daugkartinės apkrovos arba yra naudojamos agresyvioje aplinkoje, negalima naudoti C8/10 klasės betono.

Didelių apkrovų veikiamų strypinių elementų (pvz., kranų apkrovų veikiamų kolonų) betono stiprio klasė turi būti ne žemesnė kaip C20/25.

42. Iš anksto įtemptosioms konstrukcijoms naudojamo betono žemiausios gniuždomojo stiprio klasės nurodytos 7 lentelėje, atsižvelgiant į 54 p. reikalavimus.

7 lentelė

Iš anksto įtemptosioms konstrukcijoms rekomenduojamos betono gniuždomojo stiprio klasės

Eil. Nr.	Įtemptoji armatūra	Betono gniuždomojo stiprio klasė ne žemesnė kaip
1.	Armatūra be inkarų, kai strypų skersmuo 10-18 mm, ir takumo įtempiai: – 600 MPa, – 800 MPa, – 1000 MPa.	C12/15 C16/20 C20/25
2.	Armatūra be inkarų, kai strypų skersmuo 20 mm arba didesnis, ir takumo įtempiai: – 600 MPa, – 800 MPa, – 1000 MPa.	C16/20 C20/25 C25/30

PASTABA. Konstrukcijoms, kurias veikia daugkartinės apkrovos, mažiausios rekomenduojamos betono gniuždomojo stiprio klasės, nurodytos 7 lentelėje, yra didinamos 5 MPa.

43. Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų betono atsparumo šalčiui ir nelaidumo vandeniui markės, atsižvelgiant į konstrukcijų naudojimo sąlygas ir išorės temperatūrų skaičiuojamąsias reikšmes, imamos:

- statinių ir pastatų konstrukcijoms (išskyrus šildomų pastatų išorines sienas) - ne žemesnės kaip nurodytos STR 2.05.05:2005 [8.9] 3 lentelėje;

- šildomų pastatų išorinėms sienoms - ne žemesnės kaip nurodytos STR 2.05.05:2005 [8.9] 4 lentelėje.

44. Konstrukcijų, naudojamų didesnio kaip 75 % oro drėgnio patalpose, sanitarinių mazgų konstrukcijų, balkonų, lodžių, karnizų ir konstrukcijų, naudojamų agresyvioje aplinkoje, betono tankio klasė turi būti ne žemesnė kaip D2,0.

Kitoms konstrukcijoms naudojamo betono tankio klasė turi būti ne žemesnė kaip D1,8.

45. Agresyvioje aplinkoje naudojamų konstrukcijų betone negali būti hidratuota visa rišamoji medžiaga.

46. Konstrukcijų sandūroms monolitinti naudojamas sunkusis cementbetonis, kurio klasės nurodytos STR 2.05.05:2005 [8.9] 38 ir 40 p.

II SKIRSNIS. CHARAKTERISTINĖS IR SKAIČIUOTINĖS BETONO REIKŠMĖS

47. Pagrindinės betono stiprumo reikšmės yra charakteristinis betono gniuždomasis stipris f_{ck} ir charakteristinis betono tempiamasis stipris f_{ctk} . Šios reikšmės pateiktos 8 lentelėje.

48. Betono skaičiuotiniai stipriai:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c, \quad (7.1)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_{ct}, \quad (7.2)$$

čia koeficientas $\alpha = 0,95$, koeficientus α_{cc} ir α_{ct} rekomenduojama imti lygius 1,0.

49. Skaičiuojant saugos ribinius būvius, daliniai patikimumo koeficientai:

$\gamma_c = 1,8$ ir $\gamma_{ct} = 2,1$ – betoninėms konstrukcijoms;

$\gamma_c = 1,5$ ir $\gamma_{ct} = 1,75$ – gelžbetoninėms konstrukcijoms.

Skaičiuojant tinkamumo ribinius būvius, daliniai patikimumo koeficientai $\gamma_c = \gamma_{ct} = 1,0$.

Betono charakteristikos

Eil. Nr.	Betono klasė	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45
1.	f_{ck} (MPa)	8	12	16	20	25	30	35
2.	$f_{ck,cube}$ (MPa)	10	15	20	25	30	37	45
3.	f_{cm} (MPa)	16	20	24	28	33	38	43
4.	f_{ctm} (MPa)	1,2	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2
5.	$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	0,85	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2
6.	$f_{ctk,0,95}$ (MPa)	1,55	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2
7.	E_{cm} (GPa)	9,9	13,8	16,5	18,8	20,7	22,5	23,6
8.	$\varphi_{c,lim1}$	2,00	1,75	1,50	1,50	1,25	1,25	1,00
9.	ε_{cu1} (‰)	3,5						

PASTABOS: 1. Betono stiprio reikšmėms 8 lentelėje galioja nuorodos, pateiktos 9 lentelėje.

2. Pagal specialių eksperimentinių tyrimų rezultatus gali būti imamos kitokios $\varphi_{c,lim1}$ reikšmės.

9 lentelė

Papildomos nuorodos betono stipriui patikslinti

Poz.	Veiksniai, turintys reikšmės betono stipriui	Nuorodos betono stiprio reikšmėms patikslinti
1.	Daugkartinės apkrovos	f_{cd} ir f_{ctd} dauginamas iš γ_{CR} (žr. 10 lent.)
2.	Betonuojamo sluoksnio aukštis vertikaliuose klojiniuose viršija 1,5 m	f_{cd} mažinamas 15 %
3.	Dviašis įtempimų būvis	f_{ctk} dauginamas iš koeficiento $\gamma_{c,cr}$ [8.9]
4.	Konstrukcijos vandens įsotintoje būklėje, kai yra pakaitinis jų užšalimas ir atšilimas esant minusinei skaičiuojamajai temperatūrai ne žemesnei kaip - 20 C	f_{cd} ir f_{ctk} mažinami 10 %
5.	Gniuždomieji elementai, kurių tempiamosios zonos armavimo procentas mažesnis kaip 0,3 %, esant ekscentricitetui $e_0 > 0,3h$	f_{cd} mažinamas 10 %
6.	Sieninių plokščių tarpuangių skerspjūvio plotas mažesnis kaip 0,1 m ²	f_{cd} mažinamas 20 %
7.	Tamprių ir plastinių betono savybių ypatumai, kai betono klasė: C25/30, C30/37, C35/45	Stipris f_{cd} mažinamas: 5 %, 10 %, 15 %
8.	Netolygus betono stiprio pasiskirstymas pagal konstrukcijos skerspjūvio aukštį	f_{cd} mažinamas 15 %

PASTABA. Nuorodos dėl betono stiprio reikšmių 9 lentelėje galioja nepriklausomai viena nuo kitos. Tačiau betono stiprių skaičiuojamosios reikšmės (žr. 8 lent.) neturi sumažėti daugiau kaip 50 %.

50. Betono tamprumo modulio E_{cm} reikšmės pateiktos 8 lentelėje. Kai vandens įsotintas betonas pakaitomis užšaldomas ir atšildomas, E_{cm} reikšmės 8 lentelėje mažinamos 15 %.

51. Betono valkšnumo koeficiento ribinės reikšmės apskaičiuojamos atsižvelgiant į aplinkos drėgnumą

$$\varphi_{c,lim} = \varphi_{c,lim1} \cdot \eta_1, \quad (7.3)$$

čia: $\varphi_{c,lim1}$ – betono valkšnumo koeficiento ribinės reikšmės, kai aplinkos drėgnis 40–75 % (jos pateiktos 8 lentelėje); η_1 – koeficientas, įvertinantis aplinkos drėgnumą; kai aplinka šlapia arba

drėgnis didesnis kaip 75 %, šio koeficiento reikšmė – 1,1; kai aplinkos drėgnis nuo 40 % iki 75 %, $\eta_1 = 1,0$; kai aplinkos drėgnis mažesnis kaip 40 %, $\eta_1 = 0,9$.

52. Betono temperatūrinio plėtimosi koeficientas $\alpha_{ct} = 1 \cdot 10^{-5} 1/^{\circ}\text{C}$, kai temperatūra kinta nuo -40°C iki $+50^{\circ}\text{C}$. Žinant mineraloginę užpildų ir betono sudėtį, jų drėgnumą ir kitas savybes, galima imti kitas eksperimentais pagrįstas temperatūrinio plėtimosi koeficiento reikšmes.

53. Pradinis betono skersinių deformacijų (Puasono) koeficientas $\nu_c = 0,20$. Betono šlyties modulis $G_{cm} = 0,4E_{cm}$.

III SKIRSNIS. ARMATŪRA

54. Tankiojo silikatbetonio konstrukcijų armatūrą, taip pat įdėtines detales reikia parinkti pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 48–58 p. nurodymus.

Iš anksto įtemptajai armatūrai neleidžiama naudoti stipriosios vielos ir lynų.

55. Armatūros savybių charakteristinės ir skaičiuojamosios reikšmės imamos iš STR 2.05.05:2005 [8.9] VII skyriaus II skirsnio, atsižvelgiant į šio Reglamento 56–57 p. nurodymus.

56. Koeficientas γ_{sR} imamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 19 lentelę ir dauginamas iš koeficiento $\left[1 - \frac{\varnothing}{d}\right]$ (čia $\varnothing$ - armatūros skersmuo).

57. Įtemptosios be inkarų armatūros įtempių perdavimo zonos ilgis l_{bpd} apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 17.6 formulę, imant stiprį f_{ctd} pagal šio Reglamento 48 p., o nustatant įtempius $\sigma_{p\infty}$ ir σ_{pi} , armatūros išankstinių įtempimų nuostolius – iš šio Reglamento 3 lentelės.

VIII SKYRIUS. BETONINIŲ IR GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ SAUGOS RIBINIŲ BŪVIŲ SKAIČIAVIMAS

I SKIRSNIS. BETONINĖS KONSTRUKCIJOS

58. Betoninių konstrukcijų stiprumas apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 61–68 p. nurodymus ir atsižvelgiant į šio Reglamento 47–48 p. Skaičiuojant ekscentriškai gniuždomųjų konstrukcijų stiprumą, koeficientas η , kuriuo įvertinama įlinkio įtaka ekscentriciteto padidėjimui, apskaičiuojamas pagal šio Reglamento 60 p. nuorodas.

59. Betoninės konstrukcijos ir konstrukciniais sumetimais armuotos vieno aukšto sienos iš dviejų ir daugiau didelių blokų eilių skaičiuojamos pagal STR 2.05.09:2005 [8.10] atsižvelgiant ir į šio Reglamento nuorodas.

60. Koeficientas η apskaičiuojamas pagal formulę

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} \quad (8.1)$$

Sąlyginė kritinė jėga

$$N_{crit} = \frac{6,4E_{cm} \cdot I_c}{\phi_{lgt} \cdot l_0^2} \left(\frac{0,2}{0,15 + \delta_e} \right) \quad (8.2)$$

Koeficientas, kuriuo įvertinama nuolatinių poveikių įtaka elemento standumui ribiniame būvyje:

$$\varphi_{lgt} = 1 + \frac{M_{lgt}}{M_{Ed}}, \quad (8.3)$$

čia: M_{lgt} – nuolatinių poveikių sukeltas momentas, apskaičiuotas skerspjūvio labiausiai tempiamo arba labiausiai gniuždomo sluoksnio atžvilgiu; M_{Ed} – suminis nuolatinių ir kintamųjų poveikių pagal STR 2.05.04:2003 [8.8] 6.4 išraišką sukeltas momentas, apskaičiuotas skerspjūvio labiausiai tempiamo arba labiausiai gniuždomo sluoksnio atžvilgiu.

Santykinis ekscentricitetas

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} \geq \delta_{e,min} \geq 0,01, \quad (8.4)$$

čia $\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,012 f_{cd}$, o f_{cd} reikšmė, MPa, nustatoma pagal (7.1) formulę, atsižvelgiant į papildomas 9 lentelės nuorodas.

II SKIRSNIS. GELŽBETONINĖS KONSTRUKCIJOS

61. Gelžbetoninių konstrukcijų stiprumas apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 69–132 p. nuorodas, atsižvelgiant į šio Reglamento 62–67 p.

62. Skaiciuojamieji medžiagų stipriai nustatomi pagal šio Reglamento VII skyriaus nuorodas, o armatūros įtempių reikšmės – pagal šio Reglamento VI skyriaus nuorodas.

63. Kai išorinė jėga veikia skerspjūvio simetrijos plokštumoje ir armatūra yra išdėstyta šalia elemento skerspjūvio kraštinių, statmenų šiai plokštumai, konstrukcijos išilginei ašiai normalinių pjūvių stiprumas apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 69–86 p. nuorodas, atsižvelgiant į šio Reglamento 64–66 p.

Čia nenurodytais atvejais normalinių pjūvių stiprumas apskaičiuojamas pagal šio Reglamento 67 p. pateiktą normalinių pjūvių bendrąjį skaičiavimo metodą.

64. Elemento gniuždomosios zonos santykinio aukščio ribinė reikšmė ξ_{lim} apskaičiuojama pagal formulę

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{E_s \cdot \varepsilon_{cu1}}}, \quad (8.5)$$

čia: ω – betono gniuždomosios zonos charakteristika; $\sigma_{s,lim}$ – armatūros įtempiai, MPa, nustatomi pagal STR 2.05.05:2005. [8.9] 72 p. nurodymus; ε_{cu1} – betono gniuždomosios zonos ribinės santykinės deformacijos (žr. 8 lent.).

65. Betono gniuždomosios zonos charakteristika:

$$\omega = 1 - 0,014 f_{cd} \leq 0,85, \quad (8.6)$$

čia: f_{cd} reikšmė imama MPa.

Jeigu skaičiuojant ištisinio skerspjūvio ekscentriškai gniuždomuosius elementus yra įvertinamas tankusis skersinis armavimas, tai charakteristika

$$\omega = 1 - 0,014 f_{cd} + \delta_2 \leq 0,9, \quad (8.7)$$

čia: f_{cd} - MPa; δ_2 - koeficientas, apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 81 p.

66. Kai gniuždomųjų elementų liaunis $l_0 / i > 14$, įlinkio įtaka jų stiprumui įvertinama išilginės jėgos pridėties ekscentricitetą e_0 dauginant iš koeficiento η . Skaičiuojant η pagal 8.1 formulę, sąlyginę kritinę jėgą

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4E_{\text{cm}}}{l_0^2} \left(\frac{I_c}{\varphi_{\text{lgt}}} \cdot \frac{0,2}{0,15 + \frac{\delta_e}{\varphi_p}} + \alpha_e I_s \right), \quad (8.8)$$

čia: δ_e ir φ_{lgt} - koeficientai, apskaičiuojami pagal šio Reglamento 60 p.; φ_p – koeficientas, kuriuo įvertinama armatūros išankstinio įtempimo įtaka elemento standumui. Jis apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 83 p. nuorodas.

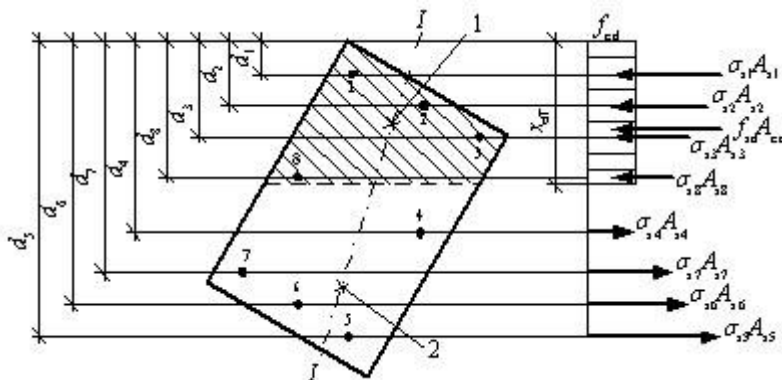
67. Kai bendruoju metodu tikrinamas elementų normalinio pjūvio ribinis būvis (žr. 1 pav.), turi būti tenkinama STR 2.05.05:2005 [8.9] 1 priedo sąlyga



(8.9)

čia: S_{cc} ir S_{si} - atitinkamai gniuždomosios zonos ir i-ojo strypo skerspjūvio ploto statiniai momentai apie ašį, lygiagrečią su tiese, ribojančia gniuždomąją zoną ir einančia per labiausiai tempiamo (mažiausiai gniuždomo) išilginio strypo skerspjūvio centrą, kai elementas lenkiamas arba ekscentriškai gniuždomas, arba per labiausiai nutolusį nuo jėgos N_{Ed} gniuždomosios zonos tašką, kai elementas yra ekscentriškai tempiamas; M_{Ed} - skaičiuotinis lenkimo momentas apie tas pačias ašis, kaip ir atliekant statinių momentų S_{cc} ir S_{si} skaičiavimą; įrašos M_{Ed} ir N_{Ed} nustatomos pagal STR 2.05.04:2003 [8.8] 78 p. reikalavimus.

Prieš skliaustus yra rašomas pliuso ženklas, kai skaičiuojami lenkiamieji arba ekscentriškai gniuždomieji elementai, ir minuso ženklas, kai skaičiuojami ekscentriškai tempiamieji elementai.



1 pav. Normalinio pjūvio skaičiuotinė schema atliekant skaičiavimą bendruoju metodu: I - I - plokštuma, lygiagreti su lenkimo momento veikimo plokštuma, arba plokštuma, einanti per išilginių jėgų ir gniuždomųjų arba tempiamųjų įtempių atstojamųjų jėgų pridėties taškus; 1 – gniuždomosios zonos betono ir armatūros įtempių atstojamosios pridėties taškas; 2 – tempiamosios armatūros įtempių atstojamosios pridėties taškas.

68. Skerspjūvio gniuždomosios zonos aukštis x_{eff} ir išilginės armatūros įtempiai σ_{si} , kai $x_{\text{eff}} \leq \omega h$, apskaičiuojami sprendžiant lygtis:



(8.10)

$$\sigma_{si} = E_s \varepsilon_{cu1} \left(\frac{d_i}{x_{eff}} \omega - 1 \right) + \sigma_{pi}. \quad (8.11)$$

69. Kai $\omega h \leq x_{eff} \leq h$, gniuždomosios zonos aukštis x_{eff} ir išilginės armatūros įtempiai σ_{si} apskaičiuojami sprendžiant (8.10) ir (8.12) lygtis. Įtempiai

$$\sigma_{si} = E_s \left[\varepsilon_c + (\varepsilon_{cu1} - \varepsilon_c) \frac{1 - \frac{x_{eff}}{h}}{1 - \omega} \right] \left(\frac{d_i}{h} \cdot \frac{1 - \frac{x_{eff}}{h}}{1 - \omega} - 1 \right) + \sigma_{pi}. \quad (8.12)$$

(8.10) lygtyje prieš N_{Ed} rašomas minuso ženklas ekscentriškai gniuždomiesiems elementams, pliuso ženklas - ekscentriškai tempiamiesiems elementams.

70. Nustatant įstrižai lenkiamųjų elementų normalinio pjūvio gniuždomosios zonos ribas, turi būti laikomasi sąlygos, kad išorinių ir vidinių jėgų momentų veikimo plokštumos yra lygiagrečios. Skaičiuojant įstrižai gniuždomųjų arba tempiamųjų elementų gniuždomosios zonos ribas, turi būti laikomasi sąlygos, kad išorinių išilginių jėgų atstojamosios pridėties taškas ir gniuždomosios zonos betono ir armatūros įtempių atstojamosios pridėties taškas bei tempiamosios išilginės armatūros įtempių atstojamosios pridėties taškas yra vienoje tiesėje (žr. 1 pav.).

71. Jeigu apskaičiuoti pagal (8.11) formulę įtemptosios armatūros (kai takumo įtempiai ne mažesni kaip 600 MPa) įtempiai $\sigma_{si} > \beta f_{pd,i}$, pastarieji perskaičiuojami pagal formulę

$$\sigma_{si} = \left[\beta + (1 - \beta) \frac{\xi_{el,i} - \xi_i}{\xi_{el,i} - \xi_{lim,i}} \right] f_{pd,i}. \quad (8.13)$$

Kai pagal (8.13) formulę apskaičiuoti armatūros įtempiai viršija $f_{pd,i}$ reikšmę (čia $\gamma_{sy} = 1$), (8.9) ir (8.10) lygtyse imami armatūros įtempiai $\sigma_{si} = \gamma_{sy} f_{pd,i}$. Koeficiento γ_{sy} reikšmės nurodytos STR 2.05.05:2005 [8.9] 73 p.

72. Armatūros įtempiai σ_{si} reikšmės (8.9) ir (8.10) lygtyse rašomos su (8.11)–(8.13) formulėse gautais ženklais, ir turi galioti sąlygos:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{si}} \leq \sigma_{sc,i}$$

- visais atvejais;

$$\sigma_{si} \leq \sigma_{si,lim}$$

- įtemptajai armatūrai,

čia: $\sigma_{sc,i}$ – armatūros įtempiai, lygūs armatūros išankstiniais įtempiais, sumažintiems $\sigma_{sc,lim}$ dydžiu (žr. STR 2.05.05:2005 [8.9] 72 p. ir 81 p.), $f_{sc,i}$ – gniuždomosios zonos i-ojo strypo stipris.

(8.7)–(8.13) formulėse: A_{si} – išilginės armatūros i-ojo strypo skerspjūvio plotas; ε_c – gniuždomojo betono santykinė deformacija, kai $x_{eff} = h$ ($\varepsilon_c = 2,5 \cdot 10^{-3}$), σ_{pi} – įtemptosios armatūros i-ojo strypo išankstiniai įtempiai, įvertinti su γ_p koeficientu; ω – skerspjūvio gniuždomosios zonos charakteristika, nustatoma pagal 65 p. nuorodas; gniuždomosios zonos santykinis aukštis

$$\xi_i = \frac{x_{eff}}{d_i}, \quad (8.14)$$

čia: d_i – atstumas nuo tiesės, einančios per išilginės armatūros i-ojo strypo sunkio centrą ir lygiagrečios tiesei, ribojančiai gniuždomąją zoną iki labiausiai nutolusio gniuždomosios zonos taško; dydžiai $\xi_{lim,i}$ ir $\xi_{el,i}$ – santykiniai gniuždomosios zonos aukščiai, kai išilginės armatūros i-ojo strype įtempiai tampa lygūs $f_{yd,i}$ ir $\beta f_{yd,i}$ (arba $f_{pd,i}$ ir $\beta f_{pd,i}$).

Dydžiai $\xi_{\text{lim},i}$ ir $\xi_{\text{el},i}$ apskaičiuojami pagal formules:

$$\xi_{\text{lim},i} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,\text{lim},i}}{E_s \cdot \varepsilon_{\text{cu}1}}} \quad (8.15)$$

$$\xi_{\text{el},i} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,\text{el},i}}{E_s \cdot \varepsilon_{\text{cu}1}}}, \quad (8.16)$$

čia: $\sigma_{s,\text{lim},i}$, $\sigma_{s,\text{el},i}$ ir β imami pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 1 priedo nuorodas; jose įtempiai σ_{pi} pagal (8) ir (9) formules apskaičiuojami įvertinant šio Reglamento 3 lentelės 3–5 poz. nurodytus nuostolius.

73. Skaičiuojant įstrižųjų pjūvių stiprumą pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 87–97 p., koeficientai $\beta = 0,01$; $\varphi_{c2} = 1,8$; $\varphi_{c3} = 0,55$; $\varphi_{c4} = 1,35$. STR 2.05.05:2005 [8.9] skaičius 0,3 (8.58) formulėje yra keičiamas skaičiumi 0,25, o skaičius 5 (8.60) formulėje keičiamas skaičiumi 2,5.

Kiti koeficientai yra nustatomi pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 87–97 p. nuorodas.

74. Trumpųjų gėmbių stiprumas apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 93 ir 257 p. nuorodas. Koeficientas 0,8 (8.72) formulėje keičiamas koeficientu 0,5, o išraiškoje $3,5f_{ctd}bd$ vietoje koeficiento 3,5 imamas koeficientas 2,5. Skaičius 5 (8.74) formulėje keičiamas skaičiumi 2,5.

75. Konstrukcijų iš tankiojo silikatbetonio stiprumas vietinės apkrovos poveikiui (glemžimui) apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 104–107 p. nuorodas smulkiagrūdžiam betonui.

76. Daugkartinių apkrovų veikiamų konstrukcijų patvarumo skaičiavimas yra atliekamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 133–138 p. nurodymus, imant koeficientus γ_{CR} iš šio Reglamento 10 lentelės, o γ_{SR} ir γ_{SRs} pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 135 p., atsižvelgiant į šio Reglamento 56 p. nurodymus. Koeficientas $\alpha_e = 40, 33, 28, 25, 20$ ir 17 atitinkamai esant C12/15, C16/20, C20/25, C25/30, C30/37 ir C35/45 klasių betonui.

IX SKYRIUS. GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ ELEMENTŲ TINKAMUMO RIBINIŲ BŪVIŲ SKAIČIAVIMAS

I SKIRSNIS. GELŽBETONINIŲ ELEMENTŲ PLYŠIŲ ATsirADIMAS

77. Gelžbetoninių elementų plyšių atsiradimą reikia skaičiuoti pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 159–169 p. nurodymus, imant:

- medžiagų skaičiuotines charakteristikas iš šio Reglamento VII skyriaus;
- įtemptosios be inkarų armatūros įtempimų perdavimo zonos ilgį, nurodytą STR 2.05.05:2005 [8.9] 160 p., atsižvelgiant į šio Reglamento 57 ir 62 p.;
- $\sigma_{ct,\text{max}}$ iš STR 2.05.05:2005 [8.9] (14.18) formulės, atsižvelgiant į šio Reglamento 76 p.;
- charakteristinę stiprį f_{ctk} (14.18) formulėje STR 2.05.05:2005 [8.9] padaugintą iš koeficiento $\gamma_{CR} < 1$, kuriuo atsižvelgiama į betono įtempių asimetrijos ciklą (žr. 10 lent.), o (14.20) formulėje [8.9] – iš koeficiento $\gamma_{C,cr} \leq 1,0$.
- STR 2.05.05:2005 [8.9] (14.20) formulėje koeficientą α lygų 0,02.

10 lentelė

Koeficiento γ_{CR} reikšmės

Betono įtempių asimetrijos ciklo koeficientas k_{SR}	0-0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
γ_{CR}	0,50	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85

II SKIRSNIS. GELŽBETONINIŲ ELEMENTŲ PLYŠIŲ ATSIVĖRIMAS

78. Normalinių elemento išilginei ašiai plyšių atsivėrimo plotį w_k , mm, tempiamosios armatūros sunkio centro lygyje reikia apskaičiuoti pagal formulę

$$w_k = 3,4 \varphi_1 \eta \frac{\sigma_s}{G_{sm}} \frac{A_s}{u_s} \alpha_1, \quad (9.1)$$

čia: φ_1 – koeficientas, $\varphi_1 = 1$, kai yra trumpalaikė skaičiuotinė situacija ir $\varphi_1 = 1,5$, kai yra nuolatinė skaičiuotinė situacija; η – koeficientas, imamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 171 p. nurodymus; σ_s – tempiamosios armatūros įtempiai (arba jų prieaugis, kai yra įtemptoji armatūra) jos sunkio centro lygyje apskaičiuojami pagal šio Reglamento 83 p. nurodymus; G_{sm} – armatūros ir betono tarpusavio šlyties deformacijų modulis, kuris lygus $0,67 E_{cm}$, kai yra kalkių - smėlio silikatbetonis; u_s – tempiamosios armatūros skerspjūvio perimetras; koeficientas

$$\alpha_1 = \frac{(1 - \delta \xi_m)^2 - 1,5 \alpha_2 \delta^3 (1 - \xi_m)(1 - 0,33 \xi_m)}{(1 - \delta \xi_m)^2 + 1,5 \alpha_2 \delta^3 (1 - \xi_m)(1 - 0,33 \xi_m)}, \quad (9.2)$$

kai yra dviženklė įtempių diagrama elemento skerspjūvyje ir

$$\alpha_1 = \frac{1 - \alpha_2}{1 + \alpha_2}, \quad (9.3)$$

kai yra vienaženklė įtempių diagrama elemento skerspjūvyje (bet kuriuo atveju $\alpha_1 \geq 0,4$).
(9.2) ir (9.3) formulėse:

$\delta = d/h$ – koeficientas, kuriuo įvertinama tempiamosios armatūros padėtis (čia d – elemento skerspjūvio naudingasis aukštis); ξ_m – elemento santykinis gniuždomosios zonos aukštis, apskaičiuojamas pagal 100 p. nurodymus, imant vidutinės betono gniuždomosios zonos ir tempiamosios armatūros deformacijas; α_2 – koeficientas, apskaičiuojamas pagal formulę

$$\alpha_2 = 2 \frac{E_s}{E_{cm}} \frac{A_s}{b d}. \quad (9.4)$$

79. Kai tempiamoji armatūra yra išdėstyta keliomis eilėmis pagal tempiamosios zonos aukštį, plyšių atsivėrimo plotis kraštinės eilės strypų, labiausiai nutolusių nuo neutraliosios ašies, lygyje nustatomas apskaičiuotąjį pagal (9.1) formulę w_k reikšmę dauginant iš koeficiento

$$\alpha_3 = 1 + \frac{a_1}{d(1 - \xi_m)}, \quad (9.5)$$

čia a_1 – visos tempiamosios armatūros sunkio centro atstumas iki kraštinės eilės strypų, labiausiai nutolusių nuo neutraliosios ašies, sunkio centro.

80. Plyšių ilgalaikio atsivėrimo plotis apskaičiuojamas nuo tariamai nuolatinio apkrovų derinio, imant koeficientą $\varphi_1 = 1,5$ (9.1) formulėje ir neturi viršyti ribinės reikšmės, reglamentuojamos STR 2.05.05:2005 [8.9] 24 lentelėje.

81. Plyšių trumpalaikio atsivėrimo plotis neturi viršyti ribinės reikšmės, reglamentuojamos STR 2.05.05:2004 [8.9] 24 lentelėje, ir apskaičiuojamas pagal formulę:

$$w_k = w_{k1} - w_{k2} + w_{k3}, \quad (9.6)$$

čia: w_{k1} – plyšių atsivėrimo plotis nuo charakteristinio poveikių derinio, esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai ($\varphi = 1,0$); w_{k2} – plyšių atsivėrimo plotis nuo tariamai nuolatinio poveikių derinio, kai yra trumpalaikė skaičiuotinė situacija ($\varphi = 1,0$); w_{k3} – plyšių atsivėrimo plotis nuo nuolatinio poveikių derinio, kai yra nuolatinė skaičiuotinė situacija ($\varphi = 1,5$).

Plyšių plokčių w_{k1} , w_{k2} ir w_{k3} reikšmės apskaičiuojamos pagal (9.1) formulę, o dydžiai ψ_m ir $e_{s,tot}$ – pagal (9.18) ir (9.31) formules, atitinkamai ω_{pl} reikšmės – iš (9.12–9.14) formulių, dydis Θ_m – iš 11 lentelės. Apskaičiuojant plokčius w_{k1} ir w_{k2} dydžiai ω_{pl} ir Θ_m nustatomi esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai, o apskaičiuojant plotį w_{k3} , šie dydžiai nustatomi esant nuolatinei skaičiuotinei situacijai.

82. Apskaičiuotą pagal (9.6) formulę plyšių atsivėrimo plotį elementų ruožuose su pradiniais gniuždomosios zonos plyšiais reikia padidinti 15 %.

83. Įtempiai (arba jų prieaugiai) apskaičiuojami pagal formules:

kai yra centriškai tempiamieji elementai,

$$\sigma_s = \frac{N_{tot}}{A_s}; \quad (9.7)$$

kai yra lenkiamieji, ekscentriškai gniuždomieji ir ekscentriškai tempiamieji (esant $e_{0,tot} \geq 0,8d$) elementai,

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed,s} - N_{tot} d(1 - \xi_m/3)}{z_m A_s}; \quad (9.8)$$

kai yra ekscentriškai tempiamieji, esant $e_{0,tot} < 0,8d$, elementai,

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed,s} - N_{tot} z_s}{z_s A_s}; \quad (9.10)$$

čia: N_{tot} ir $M_{Ed,s}$ – išilginių jėgų atstojamoji ir lenkimo momentas, nustatomi pagal STR 2.05.04:2003 [8.8] 90 p. bei šio Reglamento 95 p. ir 102 p. reikalavimus; apskaičiuojant momentą $M_{Ed,s}$, išilginių jėgų ekscentricitetą tempiamosios armatūros sunkio centro atžvilgiu reikia laikyti teigiamu, jeigu jis yra nukreiptas į pjūvio gniuždomosios (arba mažiau tempiamos) zonos pusę; ξ_m – santykinis gniuždomosios zonos aukštis (žr. 100 p.); z_m – dydis, kuriuo apibūdinama vidinių jėgų padėtis pjūvyje ir nustatomas pagal 101 p. reikalavimus; z_s – atstumas tarp tempiamosios ir gniuždomosios (mažiau tempiamos) armatūros sunkio centrų ir yra lygus $d - a_2$, (čia a_2 – gniuždomosios arba mažiau tempiamos armatūros skerspjūvio sunkio centro atstumas iki labiausiai gniuždomojo (arba kraštinio tempiamojo) betono sluoksnio); $e_{0,tot}$ – išilginės jėgos N_{Ed} ir išankstinio įtempimo jėgos P_d atstojamosios ekscentricitetas ekvivalentinio skerspjūvio sunkio centro atžvilgiu.

84. Pradinių plyšių, susidariusių iš anksto apspaudžiant jėga P_d , transportuojant arba montuojant elementus, gylį d_{cr} reikia apskaičiuoti pagal formulę

$$d_{cr} = h - 1,25\xi_m d \leq 0,5h. \quad (9.11)$$

Dydžio ξ_m reikšmė apskaičiuojama pagal (9.29) ir (9.30) formules.

85. Įstrižųjų elemento išilginės ašies atžvilgiu plyšių atsivėrimo plotis skersinės armatūros ir plyšio sankirtoje apskaičiuojamas pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 178 p. nuorodas; čia išankstinio įtempimo jėga P_d apskaičiuojama įvertinant išankstinio įtempimo nuostolius pagal šio Reglamento

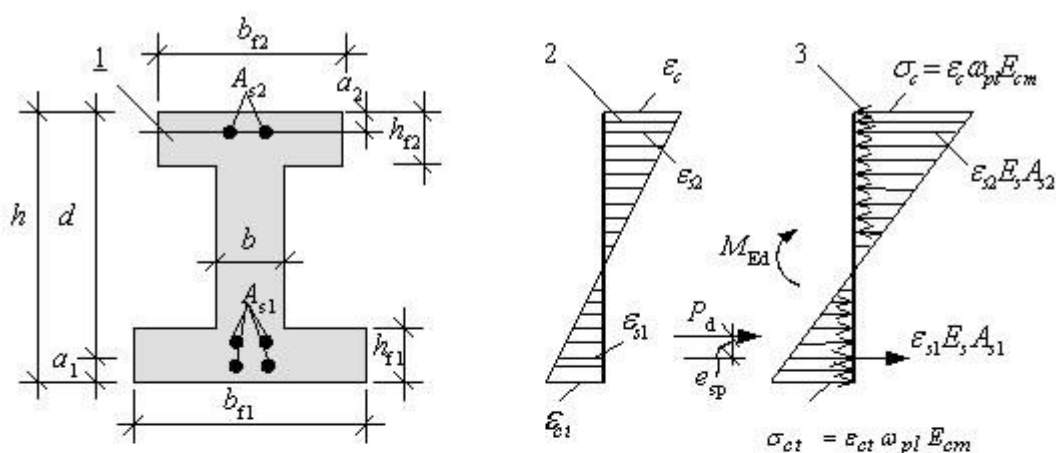
nuorodas (žr. 3 lentelę), o koeficiento ϕ reikšmės - pagal šio Reglamento 78 p. nuorodas. Įstrižųjų plyšių plotis neturi viršyti ribinių reikšmių, reglamentuojamų STR 2.05.05:2005 [8.9] 24 lentelėje.

III SKIRSNIS. GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ DEFORMACIJOS

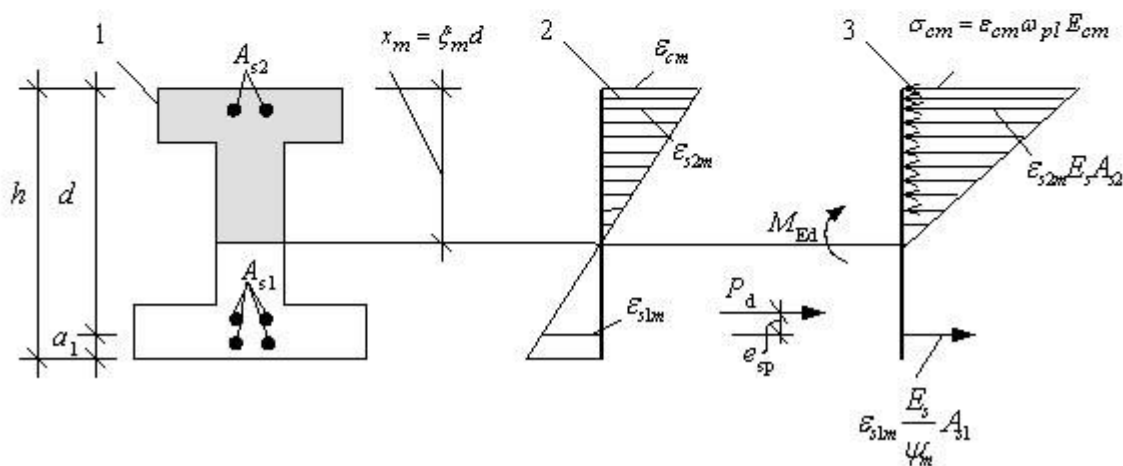
86. Gelžbetoninių konstrukcijų elementų deformacijos (ilinkiai, deviacijos) apskaičiuojamos pagal statybinės mechanikos formules, kuriose kreivių reikšmės nustatomos pagal šio skirsnio nuorodas.

Gelžbetoninių konstrukcijų kreivių ir deformacijų nulinės reikšmės atitinka neapkrautųjų elementų pradinę būklę, o įtemptųjų konstrukcijų - būklę iki betono apspaudimo.

a



b



2 pav. Įrašų schemas, deformacijų ir įtempių diagramos skerspjūvyje skaičiuojant elementų deformacijas: a – nesupleišėjusių ruožų (nėra normalinių elemento išilginei ašiai plyšių); b – supleišėjusių ruožų (yra normaliniai išilginei elemento ašiai plyšiai tempiamojoje zonoje); 1 – skerspjūviai; 2 – deformacijų diagramos; 3 – įrašų schemas ir įtempių diagramos

87. Gelžbetoninių elementų kreivis apskaičiuojamas pagal vidutinės gniuždomosios ir tempiamosios zonų deformacijas, atsižvelgiant į šias pagrindines nuostatas (žr. 2 pav.):

- deformuotuose ruožuose su normaliniais plyšiais tempiamojoje zonoje, kaip ir ruožuose be plyšių, pjūviai išlieka plokšti (galioja plokščiųjų pjūvių hipotezė);

- betono įtempiai pasiskirsto tiesiškai (trikampė įtempių diagrama) ir apskaičiuojami atsižvelgiant į plastines (netampriąsias) betono deformacijas (žr. 89 p.);
- elementų ruožuose, kurių tempiamojoje zonoje nesusidaro plyšių, yra vientisi skerspjūviai, sudaryti iš betono ir armatūros tempiamojoje ir gniuždomojoje zonose;
- elementų ruožų, kurių tempiamojoje zonoje yra susidariusių normalinių plyšių, skerspjūviuose įvertinami betonas ir armatūra (jei tokia yra) gniuždomojoje zonoje ir tik armatūra tempiamojoje zonoje; pastarosios įtempiai nustatomi įvertinant tempiamojo betono tarp plyšių suvaržančiąją įtaką (žr. 90 p.).

88. Elementai arba jų ruožai laikomi nesupleišėjusiais (be plyšių), jeigu veikiant charakteristiniam kintamųjų ir nuolatinių apkrovų deriniui STR 2.05.04:2003 [8.8] 90.1 p. plyšiai nesusidaro (žr. šio Reglamento 77 p.).

89. Elementų nesupleišėjusių ruožų gniuždomosios ir tempiamosios zonos betono ir supleišėjusių ruožų gniuždomosios zonos betono plastinės deformacijos įvertinamos dauginant betono tamprumo modulį E_{cm} iš koeficiento

$$\omega_{pl} = 0,9, \quad (9.12)$$

kai yra trumpalaikė skaičiuotinė situacija, ir

$$\omega_{pl} = \frac{1}{1 + \varphi_{c,lim}}, \quad (9.13)$$

kai yra nuolatinė skaičiuotinė situacija;

čia $\varphi_{c,lim}$ – koeficientas (žr. 51 p.);

$$\omega_{pl} = \frac{2 \cdot 10^5}{\alpha_e E_{cm}}, \quad (9.14)$$

apskaičiuojant elementų deformacijas, kai veikia daugkartinė bet kokios trukmės apkrova (čia α_e imamas pagal 76 p. nuorodas).

90. Apskaičiuojant elementų supleišėjusių ruožų kreivį, tempiamas betonas tarp plyšių turi įtakos tempiamosios armatūros deformacijoms; ši įtaka įvertinama koeficientu ψ_m (žr. 96 p.).

91. Kai $l/h < 10$, būtina įvertinti skersinių jėgų įtaką lenkiamųjų elementų įlinkiams pagal 107 p. reikalavimus.

92. Jeigu gaminant, transportuojant ir montuojant konstrukcijas gali susidaryti plyšiai zonoje, kuri vėliau veikiant apkrovoms bus gniuždoma, reikia atsižvelgti į elementų kreivių padidėjimą pagal 94 ir 106 punktų nuorodas.

93. Lenkiamųjų, ekscentriškai gniuždomųjų ir ekscentriškai tempiamųjų elementų nesupleišėjusių ruožų kreivis apskaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{1}{r} = \frac{M_{Ed}}{\omega_{pl} E_{cm} I_{eff}}, \quad (9.15)$$

čia: M_{Ed} – visų išorinių jėgų (įvertinant išankstinio apspaudimo jėgą), išdėstytų vienoje skerspjūvio pusėje, momentas apie ašį, statmeną lenkimo momento veikimo plokštumai ir einančią per ekvivalentinio skerspjūvio sunkio centrą (momentas M_{Ed} apskaičiuojamas pagal poveikius ir jų derinius, nurodytus 94 p.); ω_{pl} – koeficientas (žr. 89 p.); E_{cm} – betono tamprumo modulis (žr. 50 p.).

PASTABA. Apskaičiuojant ekvivalentinio skerspjūvio plotą, armatūros plotas pakeičiamas ekvivalentiniu betono plotu, imant betono deformacijų modulį, lygų $\omega_{pl} E_{cm}$.

94. Nesupleišėjusių ruožų suminis kreivis apskaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3, \quad (9.16)$$

čia $\left(\frac{1}{r}\right)_1$ – kreivis nuo kintamųjų poveikių $\sum_{i \geq 1} (1 - \psi_{2,i}) Q_{k,i}$ dalies; $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ – kreivis nuo tariamai nuolatinio poveikių derinio pagal STR 2.05.04:2003 [8.8] (6.10b) formulę; $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ – kreivis, išlinkus elementui dėl betono valkšnumo veikiant išankstinio apspaudimo jėgai.

Kreiviai $\left(\frac{1}{r}\right)_1$ ir $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ apskaičiuojami pagal (9.15) formulę, o kreivis $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ – pagal 104 p.

Apskaičiuojant elementų kreivį su pradiniais gniuždomosios zonos plyšiais, suminis kreivis, apskaičiuotas pagal (9.16) formulę, turi būti padidintas 15 %.

95. Lenkiamųjų, ekscentriškai gniuždomųjų ir ekscentriškai tempiamųjų elementų ruožų, kurių tempiamojoje zonoje susidaro normaliniai plyšiai, kreivis apskaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{1}{r} = \frac{M_{Ed,s} - N_{tot} d \left(1 - \frac{\xi_m}{3}\right)}{z_m d (1 - \xi_m)} \cdot \frac{\psi_m}{E_s A_s}, \quad (9.17)$$

čia: $M_{Ed,s}$ – visų išorinių jėgų, tarp jų ir išankstinio apspaudimo jėgos, momentas apie ašį, statmeną jo veikimo plokštumai ir einančią per tempiamosios armatūros skerspjūvio sunkio centrą. Kai yra lenkiamieji elementai su iš anksto neįtemptąja armatūra, $M_{Ed,s} = M_{Ed}$; N_{tot} – išilginės jėgos N_{Ed} ir išankstinio apspaudimo jėgos P_d atstojamoji (ekscentrinio tempimo atveju jėga N_{Ed} imama su minuso ženklu). Jėga $N_{tot} = 0$, kai yra lenkiamieji elementai su iš anksto neįtemptąja armatūra (dydžiai $M_{Ed,s}$ ir N_{Ed} apskaičiuojami nuo poveikių derinių, nurodytų 102–103 p., o ξ_m ir z_m apskaičiuojami pagal 100 ir 101 p. nuorodas).

Apskaičiuojant $M_{Ed,s}$ reikia įvertinti liaunų ekscentriškai gniuždomųjų ir ekscentriškai tempiamųjų elementų įlinkio įtaką jėgos N_{Ed} ekscentricitetui. Tokių elementų deformacijos nustatomos priartėjimo būdu.

96. Koeficientas ψ_m , kuriuo įvertinamas tempiamosios zonos betono tarp plyšių darbas, apskaičiuojamas pagal formulę

$$\psi_m = 1 - \Theta_m \frac{M_{c,cr}}{M_{Ed,c}}, \quad (9.18)$$

čia: Θ_m – koeficientas, imamas iš 11 lentelės; $M_{Ed,c}$ – visų išorinių jėgų, tarp jų ir išankstinio apspaudimo jėgos, momentas apie ašį, statmeną jo veikimo plokštumai ir einančią per gniuždomosios zonos atstojamosios pridėties tašką (žr. 99 p.); $M_{c,cr}$ – tas pats, tik vidinių jėgų lenkimo momentas, kurį atlaiko betono (be armatūros) skerspjūvis (žr. 97 p.).

Koeficiento ψ_m reikšmės reikia imti ne mažesnes kaip 0,25 – esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai ir ne mažesnes kaip 0,55 – įvertinant nuolatinę skaičiuotinę situaciją.

Koeficientas $\psi_m = 1$, kai veikia daugkartinės apkrovos.

11 lentelė

Koeficiento Θ_m reikšmės

Armatūra	Koeficientas α_m , kai skaičiuotinė situacija	
	trumpalaikė	nuolatinė
Rumbuotoji	0,7	0,35
Lygioji	0,6	0,30

97. Momentas

$$M_{c,cr} = f_{ctk} W_{pl}, \quad (9.19)$$

čia: f_{ctk} - imamas iš 8 lentelės ir didinamas 40 %; W_{pl} - betono skerspjūvio atsparumo momentas labiausiai tempiamo sluoksnio atžvilgiu, įvertinantis tempiamojo betono plastiškąsias savybes ir apskaičiuojamas pagal formulę

$$W_{pl} = \frac{2I_{cc}}{h-x} + S_{ct}, \quad (9.20)$$

neutraliosios ašies padėtis (gniuždomosios zonos aukštis x) prieš susidarant plyšiams nustatoma neatsižvelgiant į išilgines jėgas N_{Ed} ir P_d , pagal sąlygą

$$S_{cc} + \alpha \left(S_{s2} - S_{s1} \right) = \frac{(h-x)}{2} A_{ct}, \quad (9.21)$$

čia: I_{cc} – gniuždomosios betono skerspjūvio dalies ploto inercijos momentas neutraliosios ašies atžvilgiu; S_{ct} ir S_{cc} – tempiamosios ir gniuždomosios zonos betono skerspjūvio dalių plotų statiniai momentai apie neutraliąją ašį; S_{s1} , S_{s2} – tempiamosios ir gniuždomosios armatūros skerspjūvio plotų statiniai momentai neutraliosios ašies atžvilgiu; A_{ct} – tempiamosios betono skerspjūvio dalies plotas.

98. Stačiakampių, tėjinių ir dvitėjų skerspjūvių atsparumo momentą W_{pl} leidžiama apskaičiuoti pagal formulę

$$W_{pl} = \frac{(b_{f1} - b) h_{f1}^2}{2} + b h_{f1} \left(h - \frac{h_{f1}}{2} \right) + \frac{b h^3}{6} - \frac{b h_{f2}^3}{6}, \quad (9.22)$$

$$\text{čia: } \gamma_1 = \frac{(b_{f1} - b) h_{f1}}{b h}; \quad (9.23)$$

$$\gamma_2 = \frac{(b_{f2} - b) h_{f2}}{b h}, \quad (9.24)$$

čia: b_{f1} ir b_{f2} – dvitėjo skerspjūvio tempiamosios ir gniuždomosios lentynos plotis (arba b_{f2} – tėjinio skerspjūvio gniuždomosios lentynos plotis); h_{f1} ir h_{f2} – atitinkamai šių lentynų storiai.

99. Momentas $M_{Ed,c}$ apskaičiuojamas pagal formules:

$$M_{Ed,c} = M_{Ed,s}, \quad (9.25)$$

kai yra lenkiamieji be įtemptosios armatūros elementai;

$$M_{Ed,c} = \frac{M_{Ed,s}}{\gamma_1}, \quad (9.26)$$

kai yra iš anksto įtempti lenkiamieji ir ekscentriškai gniuždomieji elementai (išskyrus nurodytą toliau atvejį);

$$M_{Ed,c} = M_{Ed,s} - N_{tot} \left(d - \frac{h_{f2}}{2} \right), \quad (9.27)$$

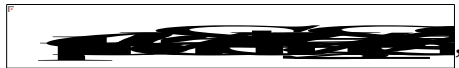
kai yra iš anksto įtempti lenkiamieji ir ekscentriškai gniuždomieji elementai su lentyna gniuždomojoje zonoje ir kai galioja nelygybė

$$\gamma_2 > 0,4. \quad (9.28)$$

PASTABOS: 1. Apskaičiuojant elementus su lentyna tempiamojoje zonoje, įvertinamos lentynos plotis turi būti ne didesnis kaip du lentynos storiai į abi puses nuo sienelės.

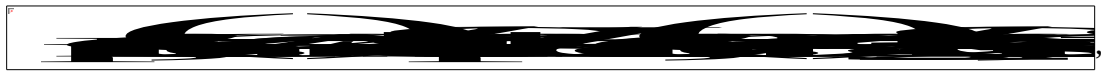
2. Apskaičiuojant elementus be gniuždomosios arba tempiamosios lentynos, (9.23) ir (9.24) formulėse reikia imti atitinkamai $b_{f2} = b$ arba $b_{f1} = b$.

100. Santykinį gniuždomosios zonos aukštį $\xi_m = \frac{x_m}{d}$ reikia nustatyti iš vidinių ir išorinių jėgų pusiausvyros, įvertinant 87 p. nuostatas. Dydį x_m reikia apskaičiuoti pagal lygtis:



$$(9.29)$$

kai yra lenkiamieji be įtemptosios armatūros elementai;



$$(9.30)$$

kitais atvejais (kai $N_{tot} \neq 0$).

Čia: ω_{pl} imamas pagal 89 p., ψ_m – pagal 96 p. nuorodas; $e_{s,tot}$ – atstumas nuo jėgų atstojamosios N_{tot} pridėties taško iki tempiamosios armatūros skerspjūvio sunkio centro ir apskaičiuojamas pagal formulę

$$e_{s,tot} = \frac{M_{Ed,s}}{N_{tot}}; \quad (9.31)$$

S_{cc} , S_{s2} , S_{s1} – statiniai momentai (žr. (9.21) formulę.); a_2 – atstumas (žr. 83 p.).

101. Atstumą tarp vidinių jėgų z_m reikia nustatyti pagal 87 p. nuostatas. Stačiakampio, tėjinio ir dvitėjo skerspjūvio elementų vidinių jėgų petys z_m apskaičiuojamas pagal formulę

$$z_m = \left[1 - \frac{\xi_m}{3} - \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \psi_m \frac{\xi_m - \delta_2}{1 - \xi_m} \left(\frac{\xi_m}{3} - \delta_2 \right) + \frac{2}{3} \gamma_3 \frac{\omega_{pl} \psi_m}{\alpha_1} \frac{(\xi_m - \delta_{f2})^2}{1 - \xi_m} \right] d, \quad (9.32)$$

čia: ξ_m , ψ_m ir ω_{pl} nustatomi atitinkamai pagal 100, 96 ir 89 p. nuorodas; α_1 , α_2 , δ_2 , γ_3 , δ_{f2} – nedimensės geometrinės charakteristikos, apskaičiuojamos pagal formules:

$$\alpha_1 = 2 \frac{E_s}{E_{cm}} \frac{A_{s1}}{bd}; \quad \alpha_2 = 2 \frac{E_s}{E_{cm}} \frac{A_{s2}}{bd}; \quad \delta_2 = \frac{a_2}{d}; \quad \gamma_3 = \frac{(b_{f2} - b)h_{f2}}{bd}; \quad \delta_{f2} = \frac{h_{f2}}{d}. \quad (9.33)$$

102. Ruožų su normaliniais plyšiais tempiamojoje zonoje suminis kreivis apskaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_4 - \left(\frac{1}{r}\right)_5 + \left(\frac{1}{r}\right)_6 - \left(\frac{1}{r}\right)_3, \quad (9.34)$$

čia: $\left(\frac{1}{r}\right)_4$ – kreivis nuo charakteristinio poveikių derinio pagal STR 2.05.04:2003 [8.8]

(6.8 b) išraišką, esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai; $\left(\frac{1}{r}\right)_5$ – kreivis nuo tariamai nuolatinių poveikių derinio pagal STR 2.05.04:2003 [8.8] (6.10 b) išraišką, esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai; $\left(\frac{1}{r}\right)_6$ – kreivis nuo tariamai nuolatinių poveikių derinio pagal STR 2.05.04:2003 [8.8]

(6.10 b) išraišką, esant nuolatinei skaičiuotinei situacijai; $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ – kreivis, kurį lemia elemento išlinkis dėl betono valkšnumo nuo išankstinio apspaudimo jėgos ir apskaičiuojamas pagal (9.35) formulę.

103. Kreivių $\left(\frac{1}{r}\right)_4$, $\left(\frac{1}{r}\right)_5$ ir $\left(\frac{1}{r}\right)_6$ reikšmės apskaičiuojamos pagal šio Reglamento (9.17) formulę. Atstumas $e_{s,tot}$ apskaičiuojant kreivius $\left(\frac{1}{r}\right)_4$ ir $\left(\frac{1}{r}\right)_5$ bei koeficientai ω_{pl} ir Θ_m nustatomi esant trumpalaikiai įvertinamų apkrovų skaičiuotinei situacijai, o apskaičiuojant kreivį $\left(\frac{1}{r}\right)_6$ – šie dydžiai nustatomi atsižvelgiant į nuolatinę skaičiuotinę situaciją.

104. Kreivį $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ reikia apskaičiuoti pagal formulę

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{\varepsilon_{c,p11} - \varepsilon_{c,p12}}{h_{cp}}, \quad (9.35)$$

čia: h_{cp} – atstumas nuo labiausiai gniuždomojo betono sluoksnio iki apspaudimo jėgos P_d ; $\varepsilon_{c,p11}$ ir $\varepsilon_{c,p12}$ – santykinės betono valkšnumo deformacijos apspaudimo jėgos P_d (apskaičiuotos įvertinant įtempių nuostolius pagal 3 lentelės 1–5 pozicijas) pridėties ir labiausiai gniuždomo betono sluoksnio lygiuose, pasireiškiančios per laiką nuo apspaudimo momento iki elemento apkrovimo išorine apkrova ir apskaičiuojamos pagal formules:

$$\varepsilon_{c,p11} = \frac{\sigma_{6,1} + \sigma_{9,1}}{E_s}, \quad (9.36)$$

$$\varepsilon_{c,p12} = \frac{\sigma_{6,2} + \sigma_{9,2}}{E_s}, \quad (9.37)$$

čia $\sigma_{6,1} + \sigma_{9,1}$ ir $\sigma_{6,2} + \sigma_{9,2}$ – suma armatūros išankstinių įtempių nuostolių dėl betono valkšnumo pagal 3 lentelės 6 ir 9 pozicijas jėgos P pridėties ir labiausiai gniuždomo betono sluoksnio lygiuose.

105. Jeigu apskaičiuojant įlinkius trumpalaikės skaičiuotinės situacijos nėra arba ji neįvertinama, suminis kreivis

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_6 - \left(\frac{1}{r}\right)_3. \quad (9.38)$$

Kai kreivių $\left(\frac{1}{r}\right)_5$ ir $\left(\frac{1}{r}\right)_6$ reikšmės yra neigiamos, jos imamos lygios nuliui.

106. Apskaičiuojant elementus su pradiniais gniuždomosios zonos plyšiais, suminį kreivį, apskaičiuotą pagal (9.34) formulę, reikia didinti 15 %.

107. Elementų įlinkiai apskaičiuojami pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] 189–195 p. nurodymus. Pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] kreivio $\left(\frac{1}{r}\right)_x$ reikšmės (14.49) ir (14.52) formulėse imamos kaip suminiai kreiviai iš šio Reglamento 94 ir 102 p., atsižvelgiant į elementų pleišetumą. STR 2.05.05:2005 [8.9] (14.51) formulėje imami dydžiai: $\varphi_{c2} = \frac{1}{\omega_{pl}}$ (žr. 89 p.), $G_c = 0,4E_{cm}$ (žr. 53 p.).

X SKYRIUS. KONSTRAVIMO NUORODOS

108. Projektuojant betonines ir gelžbetonines konstrukcijas iš tankiojo silikatbetonio, tam kad būtų garantuojamos reikiamos jų gamybos sąlygos, ilgalaikiškumas, bendras betono ir armatūros darbas, privalu laikytis STR 2.05.05:2005 [8.9] pateiktų konstravimo nuorodų ir šio Reglamento 109–111 p. reikalavimų.

109. Konstrukcijos, kurios naudojamos didesnės kaip 75 % santykinio oro drėgnio aplinkoje ir drėgnoje zonoje (žr. šio Reglamento 23 ir 27 p.), taip pat agresyvioje aplinkoje, išilginės, skersinės (sankabų ir atlangų) ir paskirstomosios armatūros apsauginio betono sluoksnio storį pagal STR 2.05.05:2005 [8.9] reikalavimus reikia didinti 5 mm.

110. Sienos plokštėse, pagamintose iš standžiųjų betono mišinių, būtina:

- armatūros apsauginio betono sluoksnio storį imti lygų 30 mm;
- pakėlimo kilpų inkaravimo ilgį didinti $5d$, lyginant su inkaravimo ilgiu, kai plokštės gaminamos nenaudojant standžiųjų mišinių;
- atstumas nuo montavimo kilpų iki angos krašto turi būti ne mažesnis kaip 300 mm.

111. Neatsižvelgiant į laikomosios galios išnaudojimo laipsnį, betoninės sienos plokštės turi būti armuojamos simetriškai (prie abiejų šoninių paviršių) išdėstytais strypais; šiuo atveju kiekvienoje sienos pusėje vertikaliosios ir horizontaliosios konstrukcinės armatūros kiekis 1 m ruože turi būti toks pats, kaip ir plokštėse iš sunkiojo cementbetonio.

112. Konstrukciniam armavimui naudojama ne mažesnio kaip 4 mm skersmens armatūra; elementams, kurie gaminami horizontaliojoje padėtyje, viršutinės konstrukcinės armatūros projektinė padėtis betonuojant užtikrinama skersiniais ryšiais, išdėstomais išilgai gaminio ne rečiau kaip kas 85 viršutinės konstrukcinės armatūros skersmenys.

XI SKYRIUS. BAIGIAMOSIOS NUOSTATOS

113. Asmenys, pažeidę šio Reglamento reikalavimus, atsako Lietuvos Respublikos įstatymų ir kitų teisės aktų nustatyta tvarka.